

UNIVERSITÉ DE LYON
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 272

Travail du Laboratoire de Matière médicale et de Botanique
de la Faculté de Médecine et de Pharmacie
et du Laboratoire de Chimie de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Contribution à l'Etude
de quelques plantes à roténone

Etude particulière
du *Derris elliptica* (Benth.)

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 15 Juin 1938

PAR

Jacques RONGIER

Pharmacien de l'Université de Lyon

Né le 24 Juillet 1910, à MEZERIAT (Ain)



IMPRIMERIE MUNIER
EVIAN-LES-BAINS

Contribution à l'Etude
de quelques plantes à roténone

Etude particulière
du *Derris elliptica* (Benth.)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 272

Travail du Laboratoire de Matière médicale et de Botanique
de la Faculté de Médecine et de Pharmacie
et du Laboratoire de Chimie de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Contribution à l'Etude de quelques plantes à roténone

Etude particulière
du *Derris elliptica* (Benth.)

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 15 Juin 1938

PAR

Jacques RONGIER

Pharmacien de l'Université de Lyon

Né le 24 Juillet 1910, à MEZERIAT (Ain)



IMPRIMERIE MUNIER

EVIAN-LES-BAINS

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ
Doyen	M. J. LEPINE
Assesseur	M. A. MOREL

PROFESSEURS HONORAIRES

MM LANNOIS, HUGOUNENQ
PIC, CONDAMIN, PAVIOT, NICOLAS, VILLARD, NOVE-JOSSERAND

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. FROMENT
Cliniques chirurgicales	SAVY
Clinique obstétricale et Accouchements	TIXIER
Clinique ophtalmologique	BERARD
Clinique dermatologique et syphiligraphique	VORON
Clinique neurologique et psychiatrique	BONNET
Clinique médicale infantile	FAVRE
Clinique gynécologique	LEPINE J.
Clinique oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND
Clinique urologique	PATEL
Clinique chirurgicale infantile et Orthopédie	COLLET
Clinique et prophylaxie de la tuberculose	GAYET
Clinique des maladies infectieuses	TAVERNIER
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	COURMONT
Chimie biologique et médicale	CHALIER J.
Chimie organique et Toxicologie	CLUZET
Matière médicale et Botanique	FLORENCE
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	MOREL
Anatomie	MANCEAU
Histologie	GUIART
Physiologie	LATARGET
Pathologie interne	POLICARD
Pathologie générale et Thérapeutique	HERMANN
Anatomie pathologique	X
Chirurgie opératoire	CADE
Médecine expérimentale et comparée et Bactériologie	MARTIN J.-F.
Médecine légale	COTTE
Hygiène	ARLOING F.
Pharmacie et Pharmacologie	ETIENNE MARTIN
Hydrologie thérapeutique et Climatologie	ROCHAIX
	LEULIER
	PIERY

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale	MM. THEVENOT Léon
Chargé d'un cours d'Embryologie	NOEL

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
GABRIELLE	GUILLEMINET	DE ROUGEMONT	MORIN
DECHAUME	MORENAS	P. RAVAUT	BERTRAND
BERNHEIM	REBATTU	PIGEAUD	CLAVEL
POLLOSSON	REVOL	PONTHUS	LEVRAT
CHAMBON	ENSELME	CROIZAT	
CIBERT	SEDALLIAN	DELORE	
EPARVIER	CREYSSSEL	JOSSERAND	

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. P. MANCEAU, *Président* ;
MM. LEULIER, MORENAS, REVOL.



La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

En témoignage de ma profonde
reconnaissance.

A MON FRÈRE

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MANCEAU

Professeur de Matière médicale et Botanique

Chevalier de la Légion d'Honneur

A MES JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. LEULIER

Professeur de Pharmacie chimique et Pharmacologie
Officier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ MORENAS

Chevalier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ L. REVOL

Pharmacien des Asiles

A MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

Contribution à l'Etude
de quelques plantes à roténone
Etude particulière du *Derris elliptica* (Benth.)

AVANT-PROPOS

Il m'est particulièrement agréable à l'occasion de la soutenance de cette thèse d'exprimer toute ma gratitude aux maîtres de la Faculté de médecine et pharmacie de Lyon qui ont contribué à ma formation scientifique.

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur le Professeur Manceau pour l'honneur qu'il m'a fait de me confier un sujet de première actualité et du plus haut intérêt. Inspirateur de la thèse il n'a cessé, au cours de mes recherches tant au laboratoire de la Faculté qu'à celui de l'Ecole de Santé, de me prodiguer avec toutes les marques de son amicale bienveillance, des encouragements, des conseils et des directives toutes empreintes d'un grand bon sens. En acceptant de présider cette thèse il me donne une nouvelle preuve de sa constante sollicitude. Qu'il daigne me permettre de lui exprimer l'assurance de ma très vive et très respectueuse reconnaissance.

Monsieur le professeur Leulier en me faisant l'honneur d'être parmi mes juges me donne l'occasion de le remercier de l'enseignement dont je lui suis redevable. Qu'il veuille trouver ici le témoignage de mon admiration et de mon infinie gratitude.

J'ai toujours trouvé auprès de Monsieur le professeur agrégé Revol, en même temps que l'accueil le plus chaleureux, les conseils les plus sûrs, qu'il me permette de lui dire combien son soutien m'a été sensible. Je suis heureux de pouvoir l'assurer de mon profond attachement.

Monsieur le professeur agrégé Morenas, notre maître à la Faculté, a contribué par son enseignement pour une grande part à l'élaboration de ce travail. Qu'il me soit permis de lui adresser mes remerciements très sincères ainsi que l'assurance de mon entière gratitude.

Toute ma reconnaissance ira également à Monsieur Nélien, docteur es-sciences, qui par sa haute compétence et son soutien inlassable a permis de mener à bien cette étude. Qu'il trouve ici le témoignage de ma bien franche amitié.

Monsieur le docteur Roman a aimablement collaboré à nos travaux. Je lui adresse tous mes remerciements pour son dévouement dont je lui sais infiniment gré.

Ayant eu l'honneur de faire mon service militaire au laboratoire de chimie de l'Ecole du Service de Santé, je tiens à exprimer à Monsieur le Médecin général, Directeur de l'Ecole et aux Officiers, ma respectueuse et profonde reconnaissance pour les facilités et les bonnes conditions de travail dont ils ont eu l'obligeance de me faire bénéficier.

Je tiens enfin à remercier pour l'appui qu'ils m'ont apporté, tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de mon travail.

PLAN

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE I. — *Introduction*. But de la Thèse : Etude d'ensemble du Derris. Enumération des plantes à roténone, voisines au point de vue activité physiologique. Historique du Derris : poison de flèche, piscicide, insecticide.

CHAPITRE II. — *Etude botanique du Derris*.

- a) Morphologie externe des espèces importantes.
Localisation du Derris dans la botanique.
Enumeration des différentes espèces.
Description morphologique externe des espèces importantes.
- b) Morphologie interne des espèces importantes.

CHAPITRE III. — *Etude économique du Derris*.

- a) Habitat.
- b) Culture — plantation — récolte — conservation.
- c) Echantillonnage.
- d) Teneur en principe actif des différents produits vendus dans les pays d'origine.
- e) Exportations.
- f) Cours des ventes.

CHAPITRE IV. — *Etude chimique du Derris.*

- a) Teneur en extraits, en principes actifs.
- b) Extraits et principes actifs; travaux sur leur isolement.
- c) Extraits: constantes physiques, caractères chimiques.
- d) Principes actifs:

Roténone formule $C_{23}H_{22}O_6$

constantes physiques,
oxydations du roténone,
réductions.

Deguelin formule $C_{23}H_{22}O_6$,

constantes physiques,
oxydations et réductions.

Toxicarol formule $C_{23}H_{22}O_6$.

Tephrosine formule $C_{23}H_{22}O_6$.

Caractérisation des principes actifs du Derris.

Réactions du roténone.

Dosages du roténone.

- 1) Méthodes de Takei Miyajima et Ono,
basées sur faible solubilité des éthers,
- 2) de Jones,
- 3) de Pozzi Escot,
- 4) de J. Chevalier et M. Chevalier,
- 5) à l'acétone,
- 6) de R. S. Cahn et J. J. Boan,
- 7) basée sur la teneur en extrait éthéré méthoxylique de Tattersfield et Rood,
- 8) polarimétriques,
- 9) colorimétrique de Cross et Smith.

Méthodes d'extraction du roténone.

- 1) à l'éther de Koolhaas.
- 2) de Takei Miyajima et Ono.
- 3) de Jones au Ccl^4 .
- 4) à l'acétone.
- 5) au chloroforme.

Stabilisation des racines du Derris.

CHAPITRE V. — *Etude physiologique du Derris :*

Action insecticide : usage dans l'antiquité.

a) Sur parasites des végétaux :

Aphis,
Altises,
Doryphore,
Chenilles (diverses et bombyx),
Byturus tomentosus,
Fourmis.

b) Sur parasites des animaux :

- 1) Ext. Poux (volaille, rat),
Puces (chien, chat),
Larve de l'Hypoderma bovis.
- 2) Int. Ankylostome,
Toxascaris,
Belascaris.

c) sur parasites divers : Mouches,

Moustiques : anophèles et culex,
Teignes,
Cafards,
Araignées.

CHAPITRE VI. — *Etude toxicologique du Derris :*

a) **Action toxique de la poudre.**

Opinion de certains auteurs.

Action chez le lapin, le rat, le chien, le cobaye,
détermination de la M.L.D. par voie buccale
— en solution aqueuse,
— en milieu huileux.
Action sous forme fumigatoire sur rats, chiens,
chats, cobayes.

Intoxication chronique.

Actions locales { sur peau,
 { sur muqueuses nasales, buccales.
Action sur muscles, pression sanguine, respiration.

b) Action toxique des extraits.

Détermination de la M.L.D. par voie buccale des
différents extraits et phénomènes d'intoxication.

c) Action toxique du roténone.

Détermination de la M.L.D. par voie buccale, chez
le cobaye, le lapin, le chien, les grenouilles, en
solution aqueuse.

Intoxication chronique chez le chien, lapin, cobaye.

Action en milieu huileux.

Action sous forme fumigatoire.

Action { par voie { intraveineuse : chien,
 { intramusculaire,
 { sur muqueuses.

d) Comment se fait et où se fait l'absorption et la
destruction du roténone?

e) Relation entre la teneur en roténone d'une poudre
et sa toxicité.

f) Perte de toxicité de la poudre, des extraits et du
roténone.

Conclusion que l'on peut tirer de la toxicité du Derris.

DEUXIÈME PARTIE.

RECHERCHES PERSONNELLES.

CHAPITRE I. — *Etude botanique du Derris :*

Etude comparée des diverses plantes à roténone :

Derris, Cube, Timbo.

Etude morphologique de la poudre.

Falsifications.

Fluorescence.

CHAPITRE II. — *Etude chimique du Derris :*

Poudre — analyse.

Extraits — teneur d'une poudre en extraits, action
des solvants — caractères physiques et chimiques
des extraits.

CHAPITRE III. — *Etude physiologique du Derris :*

Caractères que doit présenter une poudre pour un
maximum d'efficacité.

Action sur Aphis

Doryphore,

Fourmis,

Limaces,

Puces diverses,

Poux divers,

Mouches,

Moustiques et leurs larves,

Teignes,
Cafards,
Araignées.

CHAPITRE IV. — *Etude toxicologique du Derris :*

Action toxique des	{	extraits divers du Derris sur le
		cobaye,
		poudres en inhalation.

CHAPITRE V. — *Conclusions.*

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION - HISTORIQUE

CHAPITRE PREMIER.

Aspect sous lequel apparaît la question du Derris insecticide.

Depuis déjà plusieurs années en Amérique, et, depuis très peu de temps en France, un insecticide nouveau a fait son apparition dans le commerce. Il s'agit d'une poudre végétale provenant des racines d'une plante originaire de Malaisie : le Derris.

Le but de notre travail est d'essayer de donner une étude aussi complète et aussi approfondie que possible de cette plante, en considérant à la fois le peu de travaux effectués en France à son sujet et la grande importance qu'elle tend à prendre parmi les insecticides.

Le Derris a été jusqu'alors très peu étudié en France, nous avons cependant puisé des renseignements très précis : au point de vue botanique systématique dans la flore générale de l'Indochine de H. Lecomte et F. Gagnepain (1), et, au point de vue micrographique dans l'article de M. Maheu paru dans le bulletin des sciences pharmacologiques de 1925 (2), les autres notes

portées à notre connaissance nous ayant paru traduites ou inspirées directement des travaux américains nous avons préféré remonter à la source même. Dans la bibliographie américaine nous avons au contraire trouvé de nombreux articles parus ces dernières années dans les revues de chimie et dans quelques brochures d'entomologie, mais tous ces articles étaient épars et sans suite, beaucoup se contredisaient ou donnaient des résultats ne concordant pas entre eux, certains même paraissaient contenir des erreurs, nous les avons tous consultés en conservant ceux qui nous semblaient intéressants, en laissant de côté ceux qui n'avaient aucun intérêt et en vérifiant ceux qui étaient douteux. A côté de cette mise au point, nous nous sommes efforcés d'éclaircir et de traiter certains points qui n'avaient été qu'effleurés ou omis et qui cependant demandaient une étude spéciale. Nous pensions ainsi qu'en ayant réunis tous les matériaux relatifs au Derris nous pourrions contribuer à sa vulgarisation et à lui faire occuper la place de choix qu'il mérite parmi les insecticides.

De tout temps, la lutte contre les insectes parasites des animaux et des végétaux a été la préoccupation des agriculteurs, elle est aujourd'hui dirigée par les professeurs d'agriculture et de pharmacie¹ et facilitée par des instruments perfectionnés, mais l'insecticide idéal reste à trouver. Efficace, spécifique pour les insectes, non toxique pour les animaux à sang chaud, n'altérant pas les végétaux, de bonne conservation, d'emploi facile

¹ Actuellement, dans les Facultés de Pharmacie et les Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie, s'organise un enseignement de Phytopharmacie, dont le comité central, à Paris, est présidé par Monsieur le Professeur Perrot, membre de l'Académie de Médecine et d'Agriculture.

et de prix abordable. Telles sont les qualités d'un bon insecticide.

Le Derris, malgré ses imperfections, semble réunir cependant la plupart de ces conditions.

Il a l'avantage sur le pyrèthre d'avoir une activité plus profonde et d'être d'une conservation plus durable, son principe actif étant moins sensible à l'hydrolyse, à la saponification ; il agit mieux que le quassia et il est beaucoup moins toxique pour l'homme que la nicotine, la coque du levant et l'Ellébore. Sur les insecticides de synthèse, tels que les hydrocarbures halogénés, sur les huiles d'anthracène, de créosote employées en agriculture il a l'avantage d'éliminer tous les risques de brûlure des végétaux ; enfin, sur les arsénates de Pb et d'alumine dont l'emploi est de plus en plus surveillé et contrôlé il évite les dangers d'une très forte toxicité.

Les diverses plantes à roténone.

Cette série de considérations ne fait que mettre en relief les précieuses qualités insecticides du Derris, partagées également par d'autres plantes de la famille des légumineuses, par exemple : les Pongamia en Indochine, les Téphrosia en Afrique et en Australie, les Lonchocarpus et les Timbo en Amérique, Australie et Afrique tropicale, les Cracca en Amérique centrale et tropicale, les Mundulea à Madagascar, les Milletia et les Spatholobus en Indochine.

Leur utilisation comme piscicide, insecticide et poisons de flèche.

Toutes ces plantes ne sont pas également actives et ne font pas l'objet d'un commerce, mais la plupart ont été et

sont encore utilisées dans leur pays d'origine pour divers buts toxiques : poisons de flèche, poisons de pêche et plus récemment comme insecticides. Il semble bien que le derris fut de tous temps le plus utilisé ; dans la péninsule malaise, sous les noms divers de « Touba » ou « Tuba » il est l'élément actif de la plupart des poisons de flèche. Dans le livre du Professeur Perrot « Poisons d'épreuve et poisons de flèches »(3) nous le trouvons mentionné à plusieurs reprises : pour la préparation du poison malais l'« Ipokroki », on fait cuire avec beaucoup de soin, jusqu'à consistance sirupeuse, la racine et l'écorce de l'Ipoh que Newbold affirme être l'*Antiaris toxicaria* Lesch., avec les racines du « Tuba » (*Derris Elliptica* Benth.), celles du « Kopah » (*Capara malacceusis* lan.) et du « Warangan » (réalgar). Stevens donne une description encore plus détaillée de la fabrication de l'Ipoh chez les naturels de la péninsule malaise, notamment chez les Sakayes, les Orang-Benouas et les Orang-Manteras. Il énumère une grande quantité de végétaux qui entrent dans la composition des poisons sagittaires de ces peuplades et dont beaucoup n'ont pas encore pu être déterminés. Selon l'espèce animale qu'ils désirent chasser les Orang-Benouas emploient l'« Ipouh » pur ou mélangé avec des ingrédients végétaux et animaux rigoureusement choisis. Les Orang-Meuterars ne se servent plus guère de l'Antiar qui est devenu rare chez eux, la plante qui forme la base de leur poison est maintenant le « Touba » ou « Tuba » (*Derris elliptica*), auquel ils ajoutent bon nombre de racines, d'écorces, de sucs, de venins d'animaux et une petite quantité d'arsenic. Le tout est cuit

avec beaucoup de soin et suivant un rite déterminé. Les naturels de l'Ile de l'Aurore arrosent également leurs flèches du suc du *Derris Uliginosa*. GRESHOFF rapporte d'autre part que les indigènes de l'Afrique orientale utilisèrent jadis le *Derris Sthulmanii* comme poison pour les meurtres rituels des nourrissons. Tous ces faits concordent à mettre en évidence la grande toxicité du *Derris* pour l'homme et en général les animaux à sang chaud et seraient en contradiction avec le but que nous recherchons si nous ne devons ajouter que sa toxicité très grande par voie intramusculaire, en l'espèce par blessure est au contraire très minime par voie buccale.

Concurremment à son usage comme poison de flèche, le *Derris* a toujours joué dans l'Asie méridionale et la Malaisie un rôle important comme stupéfiant des poissons et il semble même que ce soit là où il manifeste son maximum d'efficacité. Le suc des plantes broyées est déversé à doses très faibles dans les cours d'eau où il provoque une narcose des poissons qui se laissent capturer sans difficulté. Des dilutions au $\frac{1}{5.000.000}$ suffisent à stupéfier les poissons et les tuer en une demi-heure, la poudre de la racine est aussi efficace à la dose de $\frac{1}{3.000.000}$ mais son action est plus lente. Le toxique détermine la mort par asphyxie et la consommation de la chair est sans danger.

L'emploi du *Derris* comme insecticide est certainement plus récent ; cependant les indigènes de certains pays d'Extrême-Orient paraissent l'utiliser depuis déjà longtemps pour la protection de leur potager. A Ceylan, alors que l'écorce est destinée à faire des cordages, les racines donnent des produits utilisés pour la destruction

des parasites végétaux. Aujourd'hui nous savons d'après des notices publiées par le Gouvernement de la Malaisie britannique que les horticulteurs chinois confectionnent (4) de véritables insecticides qu'ils utilisent systématiquement dans leurs jardins. Ce sont en général des macérations de racines préparées de la façon suivante : on prend 1.000 à 2.000 gr. de racines que l'on coupe en petits morceaux et que l'on écrase dans un mortier, avec un peu d'eau, jusqu'à ce que l'on ait obtenu une pulpe homogène ; on presse dans un torchon au-dessus d'un récipient plein d'eau et on ajoute une solution de 250 gr. de savon dans l'eau chaude. On complète avec de l'eau jusqu'à 100 litres. A Sumatra on utilise le suc très dilué de la plante pour préserver des chenilles les jeunes plants de tabac.

Moins répandu que le Derris, le Tephrosia semble cependant entrer dans la composition de poisons sagittaires chez les Pigmées qui pulvérisent les graines avec diverses autres écorces et feuilles de façon à former une pâte dont ils enduisent leurs flèches. On retrouve également l'emploi des graines et des feuilles de Tephrosia pour narcotiser les poissons et les capturer plus aisément. En Océanie il est assez souvent cultivé et les indigènes s'en servent comme insecticide.

Le *Lonchocarpus* appelé encore Cube ou Barbasco fut au contraire un poison de flèche très recherché. Le suc de sa racine servait aux Indiens à enduire leurs flèches dont la piqure tuait en quelques instants les plus gros animaux. Il était également un piscicide remarquable. De Castelnau raconte qu'ayant été à la pêche dans un lac avec des Indiens, ils avaient, à l'aide de

dix-huit paquets de Barbasco de deux arrobes chacun, recueilli 5 à 6.000 poissons de 30 cm. de longueur et que trois fois autant avaient été perdus et étaient devenus la proie de la putréfaction. L'emploi du *Lonchocarpus* comme insecticide paraît s'être localisé, au moins dans ses débuts, chez les indigènes du Pérou, de la Colombie et, en général, du centre Amérique où il pousse en abondance. Mais il fait maintenant l'objet d'exploitations très suivies et concurrence très sérieusement le Derris dont il a toutes les propriétés.

Sur les autres plantes d'espèces très voisines et susceptibles d'être utilisées dans le même but, il ne nous a pas été possible de recueillir des documents très précis, leur emploi ayant été limité jusqu'alors à leur région de production. Il n'est pas douteux cependant qu'elles trouvèrent chez les indigènes une certaine faveur pour leur toxicité, mais les plus toxiques ayant toujours été à l'honneur, il est naturel que la tradition parle surtout de celles-ci. Le Derris fait bonne place parmi ces dernières.

CHAPITRE II

ETUDE BOTANIQUE

Le Derris, appelé également Déguelia et vulgairement « Touba » ou « Tuba », appartient à la famille des légumineuses ; or, nous avons vu que cette famille groupait un certain nombre de plantes très voisines au point de vue morphologie, mais assez différentes en ce qui concerne leur teneur en principe actif. Il importe donc de bien déterminer les espèces et de donner un nom standard à chaque type de façon à éviter toutes confusion d'appellation dans le commerce. Pour cette détermination, nous nous baserons sur l'étude faite par H. Lecomte et F. Gagnepain dans *La Flore générale de l'Indochine*, qui suit elle-même la classification du *genera plantarum* de Bentham et Hooker. Nous essayerons de mettre un peu d'ordre parmi toutes les appellations indigènes et les noms donnés par les botanistes des différents pays, et nous tâcherons d'établir leur correspondance.

Etude morphologique externe

Localisation du Derris.

Les caractères généraux des légumineuses se retrouvent point pour point chez le Derris(5) : plante ligneuse ou herbacée, riche en tanin et oléorésines, à feuilles alternes, composées ; inflorescences en grappes

ou panicules axillaires ou terminales, pédicelles bi-bractéolés ; fleur hermaphrodite, complète, pentamère, pétales et sépales libres, androcée diplostémoné, gynécée unicarpellé, inferovarié, ordinairement pluriovulé ; fruit : gousse à graine exalbuminée. De plus, par sa préfloraison vexillaire : étendard recouvrant, carène formée de la soudure des deux pétales inférieurs, recouverte, ailes recouvertes et recouvrantes ; étamines diadelphes, ordinairement une libre et les neuf autres soudées, le Derris se classe dans la sous-famille des Papilionacées. Enfin, par ses feuilles imparipennées et par sa gousse samaroïde indéhiscente, très mince, à une ou deux ailes membraneuses, il fait partie de la tribu des Dalbergiées où il forme lui-même un genre particulier.

Le Derris semble ainsi déterminé par des caractères assez précis. Nous allons voir cependant qu'il n'est pas sans avoir de nombreuses analogies avec des plantes, non seulement de la même tribu, mais encore de la même famille.

Le genre *Pongamia* de la même tribu ne diffère guère du Derris que par son port d'allure plus robuste et son fruit de dimensions plus grandes et d'aspect ligneux. Le genre *Lonchocarpus*, appelé encore *Barbasco* ou *Cube*, également de la tribu des Dalbergiées, est un arbre plutôt qu'une liane ; ses organes sont de ce fait, plus développés, et, sa racine, en particulier, est beaucoup plus grosse que celle du Derris ; sa surface est plus lisse et sa cassure moins fibreuse ; les ailes de sa corolle papilionacée sont adhérentes vers le milieu de la carène, les étamines ont un tube béant en bas, la gousse est plane, comprimée, coriace ou membraneuse, indéhi-

scente avec la suture supérieure parcourue de part et d'autre par une nervure, ou épaissie et dilatée, mais sans aile dorsale. Dans la même sous-famille, mais dans la tribu des Galigées, le genre *Milletia* serait presque indistinct du *Derris*, si ce n'était son fruit déhiscent à valès plus ou moins élastiques et convexes dont les ailes ne continuent jamais la hauteur de la gousse.

Très voisin est le genre *Tephrosia* qui lui, au contraire, est une plante herbacée, rarement ligneuse, se distinguant par des feuilles 1 ∞ foliolées, à nervures souvent parallèles, striées, des fleurs à étamine vexillaire collée vers le milieu aux neuf autres, un style glabre ou pénicillé, un fruit court ou long, étroit, comprimé à sutures peu épaisses.

Le genre *Cracca* que certains auteurs confondent avec le genre *Tephrosia*, est cependant différencié par M. Bentham (*in Oerst. Leg. Centr. Americ.*) qui donne les caractéristiques suivantes : fleur en grappes axillaires à calice gamophylle, corolle à pétales à peu près égaux, étendard orbiculaire ou reiniforme, réfléchi sur les bords, ailes libres, carène large, incurvée, à sommet aigu ou légèrement rostre, six étamines diadelphes, ovaire avec style mince, gousse bivalve, rigide, linéaire, comprimée, munie intérieurement de cloisons transversales qui se traduisent à l'extérieur par un étranglement linéaire. Graines sans arille inégalement orbiculaires ou légèrement carrées, à embryon charnu. Feuilles imparipennées, munies de stipelles et de stipules sétacés. Plante herbacée ou sous-frutescente.

Une erreur plus grossière et qui relève de l'usage est signalée dans le livre *Poisons de flèche et d'épreuve*, de

M. le Professeur Perrot : c'est l'extension du mot malais « Touba » ou « Tuba » qui désigne le Derris en général et, plus particulièrement, le *Derris elliptica*, à de nombreuses autres plantes provenant surtout de la famille des Ménispermacées et servant à empoisonner les oiseaux et les poissons. Il semble bien cependant que cette appellation soit née d'une confusion et ne soit qu'accessoire, car utilisée de tous temps dans les pays d'origine elle s'est maintenant généralisée, et le mot Touba doit désigner le genre Derris seul.

Classification des différentes espèces de Derris.

A titre indicatif, nous mentionnerons dans le paragraphe suivant les différentes espèces citées dans l'*Index* de Kew, et décrites par Lecomte et Gagnepain, d'après leurs caractères morphologiques externes, dans la *Flore générale de l'Indochine*.

Nous limiterons ensuite notre étude détaillée aux espèces utilisées, à savoir celles présentant un intérêt insecticide.

La même difficulté que nous avons eue à différencier du genre Derris les genres voisins, nous allons la retrouver au sein même de ce dernier. Il nous a semblé bon, pour établir la classification qui, d'ailleurs, ne peut s'effectuer que sur des plantes fraîches, de suivre celle donnée par M. Lecomte dans les *Nolulae systematicae*, p. 341 (6). Cette classification repose d'abord sur le fait que l'étamine correspondant à l'étendard est libre depuis la base ou, au contraire, qu'elle est soudée avec les autres ; ce caractère est excellent si on a affaire à une fleur jeune, mais il a l'inconvénient d'être insuffisant lorsque l'ovaire arrive à un stade avancé de son développement. Un

second caractère spécifique, et très fixe, est la présence ou l'absence d'une double callosité à la base du limbe de l'étendard. Cette callosité est en forme de S plus ou moins accentué, membraneuse et contournée, ou réduite à une côte, avec une autre symétrique à la première ; ces deux callosités sont médianes, donc très rapprochées l'une de l'autre ; parfois, au contraire, elles s'éloignent du pli médian au point de n'être plus que deux oreillettes, presque indistinctes, ou deux replis à la base du limbe. Dans ce cas, on ne peut plus les appeler des callosités puisqu'elles ne forment plus des saillies sur le plan de l'étendard. En troisième lieu on peut faire appel à l'oreillette ou auricule des ailes. Cette auricule est étalée ou saillante sur le bord, ou bien elle continue le bord de l'aile tronquée sur l'onglet. Enfin cette auricule manque absolument quand l'aile se tronque très obliquement sur l'onglet, ou s'atténue sur lui insensiblement. Ce que l'on vient de voir de l'aile peut se dire des pétales de la carène ; la carène sera dite respectivement à auricule saillante, ou tronquée sur l'onglet, ou sans auricule. Le nombre des ovules n'est pas très fixe dans une même espèce et peut varier de une à deux unités. Cependant, quand il y a un écart du simple au double, ces nombres peuvent séparer deux espèces. La présence des bractéoles au-dessous du sommet du pédicelle est un fait rare qui peut être utilisé. La pubescence du calice, la forme de l'inflorescence, le nombre des folioles et leur forme, etc., sont des caractères de plus en plus extérieurs, utilisables surtout quand on se rapproche du nom spécifique.

A. Etamine supérieure libre, inflorescence rameuse en panicule étendard non calleux à la base :

a) fleurs presque sessiles, bractéoles dépassant le bouton : *Derris thyrsiflora* Benth.

b) fleurs nettement pédicellées, bractéoles plus courtes que le bouton : *D. Wallichii* Prain.

B. Etamine supérieure soudée aux autres :

a) étendard calleux à la base ;

α) calice, comme l'inflorescence, densément velouté, fruit avec 2 ailes étroites ;

1) folioles jeunes soyeuses en-dessous : *D. elliptica* Benth.

2) folioles jeunes glabres en-dessous : *D. oblonga* Benth.

B) calice et inflorescences presque glabres ; folioles jeunes glabres, fruit avec une aile très étroite : *D. microptera* Benth.

α) étendard jamais calleux à la base ;

α ailes auriculées :

1) auricule à deux oreillettes au moins dans le bouton : *D. alborubra*.

2) auricule à une oreillette :

⊕ aile à auricule saillante tronquée carrément ;

* ovules 10, ailes velues sur l'auricule, étendard cordé sur l'onglet, inflorescence en grappes axillaires étroites : *D. scandens* Benth.

* ovules 4, ailes glabres, étendard non cordé, inflorescence en panicules larges rameuses : *D. andamanica* Prain.

⊕ aile à auricule non tronquée ;

⊖) auricule saillante sur le bord de l'aile ;

Φ) carène auriculée, folioles grandes de plus de 2 cm.

* ovules 6, fruit presque orbiculaire : *D. uliginosa* Benth.

* ovules 2-4 :

ε) bractéoles à quelque distance du calice : *D. amœna* Benth.

ε) bractéoles toujours au sommet du pédicelle :

a) calice glabre ou simplement cilié ;

+) auricule de l'aile très saillante sur le bord ;

— étendard atténué sur l'onglet, folioles de 12 cm :

D. marginata Benth.

— étendard cordé à la base, folioles de 7 à 8 cm. à peine : *D. floribunda*.

+) auricule de l'aile peu saillante, étendard brusquement tronqué sur l'onglet ;

folioles rarement acuminées, fleurs de 10 à 12 cm. :

D. Laotica Gagn.

folioles 7, obtuses, fleurs de 7 cm. : *D. parvifolia* Benth.

κ) calice velu plus ou moins sur toute sa surface :

+) inflorescence en panicule pyramidale à longs rameaux ;

— rameaux glabres :

fortement lenticellés, verruqueux, folioles longuement acuminiés : *D. polystachya* Benth.

lisses, folioles courtement acuminiées : *D. heyneana* Benth.

— rameaux velus dans le jeune âge :

fleurs de 10 mm., folioles jeunes, presque glabres sur les deux faces : *D. paniculata* Benth.

fleurs de 14 à 15 mm., folioles jeunes, velues en-dessous, ovules 5, calice peu velu, folioles fortement imprimées en-dessous, fruit à petite aile large de 5 mm. : *D. cavaleriis* Gagn.

ovules 3, calice très velu, folioles peu imprimées en-dessous, fruit à petite aile large de 2 mm. : *D. ferruginea* Benth.

+) inflorescence en grappe cylindrique :

— folioles linéaires oblongues, obtuses : *D. polyantha* Benth.

— folioles longuement acuminées : *D. philippinensis* Merr.

Φ carène non auriculée, atténuée obliquement sur l'onglet, folioles longues de 2 cm. à peine : *D. dalbergioides* Bak.

⊖ auricule non saillante sur le bord de l'aile ;

Φ carène auriculée ou tronquée carrément :

* carène non terminée en casque arrondi, ovules 2-6, bractéoles terminant le pédicelle ;

a) calice plus ou moins velu :

inflorescences en grappe cylindrique sans rameaux
folioles obtuses elliptiques, presque orbiculaires :
D. cumingii Benth.

folioles acuminées, glabrescentes en-dessous à l'état jeune : *D. acuminata* Benth. ; soyeuses en-dessous à l'état jeune : *D. monticola* Prain.

inflorescences en grappes rameuses dès la base :
D. Tonkinensis Gagn.

b) calice glabre, feuilles glauques en-dessous : *D. cuneifolia* Benth.

bractéoles à quelque distance du calice ;

ovules 3, fleurs longues de 7 à 8 mm., folioles ovales ou orbiculaires : *D. ovalifolia* Benth.

ovules 6, fleurs longues de 12 à 14 mm., folioles lancéolées, très acuminées : *D. fordii* Oliv.

ovules 11, folioles linéaires oblongues atténuées inégalement à la base : *D. robusta Benth.*

* carène terminée en casque arrondi, ailes très arrondies au sommet : *D. elegans Benth.*

Φ carène non auriculée, atténuée obliquement sur l'onglet, folioles 11, oblongues, ovales : *D. scabricaulis Gagn.*

B) ailes non auriculées atténuées insensiblement en onglet :

inflorescence en épi ou grappe non rameuse, folioles 21 environ, fruit large de 1 cm. : *D. polyphylla K. et V.*

inflorescence en panicule rameuse, folioles 5, fruit large de 3 cm. : *D. sinuata Thw.*

Espèce insuffisamment connue : *D. Balansae Gagn.*

L'espèce la plus étudiée au point de vue botanique et la plus importante au point de vue commercial est le *Derris elliptica* de Benthham.

Derris elliptica Benth. in Journ. Linn. Soc. IV, Suppl. p. 111 ; Baker in Fl. Brit. Ind. II, p. 243 ; Prain in King, Mat. Malay. Penins. Sinciff., p. 107 ; *Guadelupa elliptica*, Roxb., Fl. ind. III, p. 243 ; *Songarnia elliptica*, Wall. Pl. As. Rar. III, p. 20, tab. 237 ; Wight Icones, tab. 420 ; Miq. Fl. Ind. Bat. I, p. 148 ; *P. dubia* Grah. ; *P. volubilis* Zöll. et Mor.

Noms vulgaires : Aker-touba, Touba, Tuba.

Liane robuste, grande de 7 à 10 cm. ; branches noires, verruqueuses, rameaux jeunes, velus-soyeux ; feuilles longues de 20 à 35 cm., pétiole commun long de 15 à 20 cm., pubescent, canaliculé ; folioles 9-13, presque égales, membraneuses, puis coriaces, oblancéolées, acu-

Derris elliptica.



graine



foliole



ramoneau

Herbier Bouquet-Lyon.

minées au sommet, arrondies à la base, longues de 7 cm. 5 à 15 cm., larges de 25 à 40 cm., soyeuses en-dessous, pubérulentes en-dessus, puis presque glabres sur les deux faces ; nervures secondaires : 8 à 10 paires, très visibles, peu arquées ; veinules en fin réseau, d'abord cachées sous les poils ; pétiole de 4 à 5 mm. Inflorescences axillaires de feuilles présentes ou disparues, longues de 10 à 20 cm., non rameuses, velues-soyeuses ; pédoncules longs de 7 à 25 mm., portant trois fleurs ; pédicelles tomenteux, longs de 6 à 8 mm., bibractéolés courtement sous le calice ; fleurs longues : de 15 à 17 mm. Calice haut de 4 mm., large de 6 à 7 mm., en entonnoir, densément velu, cilié, sinué et à dents très courtes. Pétales rose tendre ou blancs, soyeux en dehors ; étendard orbiculaire, avec deux callosités à la base, de 10 à 14 mm. de diamètre, à onglet presque nul ; ailes auriculées, larges de 4 à 5 mm. ; carène avec fossettes obliques. Etamines, 10, toutes soudées ; anthères aigues, mucronées. Pistil velu ; ovules, 3 à 4 ; style glabre ; fruit oblong ou lancéolé, long de 35 à 80 mm., large de 17 à 20 mm. ; aile supérieure large de 2 mm., sinueuse, l'inférieure de un demi millimètre ; graines, 1 à 4.

Racine de 1 à 3 cm. de diamètre, 50 à 70 cm. de longueur, écorce brunâtre ridée longitudinalement, portant quelques radicelles ou des cicatrices marquant leur présence, cassure fibreuse ; bois jaune clair dans lequel se voient nettement les vaisseaux, cassure plus franche.

Au sujet de l'émission de graines de *Derris elliptica*, un article paru dans la *Revue de botanique appliquée* (7)

indique qu'en Malaisie il ne se forme pas en général de gousse ; la propagation est exclusivement asexuée et la polinisation s'accomplit rarement. Cependant, en mars 1931, on a remarqué des gousses non mûres chez des plantes de deux ans, à la station expérimentale de Serdang et chez un plant grimpant autour d'un arbre mort on a pu récolter au moins un millier de gousses qui mûrirent à la fin août. Ces gousses mesuraient de 4 cm. 45 à 6 cm. 35 de long, 2 cm. 5 de large, et 5 cm. d'épaisseur ; mûres, leur couleur est vert olive tournant au brun foncé ; il y a en général une graine par gousse, quelquefois deux, et trois exceptionnellement ; les graines sont unies à la suture supérieure des gousses ; leur longueur est d'environ 50 mm., leur largeur 84 mm., leur épaisseur à la partie aplatie de 17 mm. De ces graines semées, on a obtenu 25 % de germination ; les plants ont une croissance normale.

Dans la *Flore générale de l'Indochine*, Lecomte et Gagnepain font du *D. malacensis* une variété du *D. elliptica*. Or Henderson (8), dans son article sur le Derris de Malaisie, établit une différence en se basant d'abord sur l'allure croissante de la plante et sur l'aspect des folioles. Nous allons d'abord donner les caractères distinctifs entre la variété *elliptica* et *malacensis* :

I. — Allure étalée, folioles blanchâtres à la partie inférieure.

1) Tiges s'enracinant plus ou moins entre les nœuds, formant un couvert serré, folioles terminées par une longue pointe, très peu duveteuses à la partie inférieure : *D. elliptica* Sarawak. *creeping*.

2) Tiges ne s'enracinant pas, formant un couvert lâche, folioles terminées par une pointe arrondie ou obtuse.

A. folioles légèrement duveteuses à la partie inférieure ; poils : pas ou peu visibles à l'œil nu.

a) sept ou neuf folioles en moyenne, ne se recouvrant pas ou se recouvrant légèrement : *Derris elliptica* Singapore n° 1.

b) neuf ou onze folioles ou plus, se recouvrant : *Derris elliptica* Singapoure n° 2.

B. folioles plus duveteuses à la partie inférieure, les poils étant visibles à l'œil nu, au moins sur les principales nervures.

a) tiges donnant naissance à des pousses ligneuses dressées ou semi-dressées, folioles plus étroites, terminées par une courte pointe, rachis généralement duveteux : *Derris elliptica* Changi n° 2.

b) tiges sans pousses ligneuses :

∞) folioles plutôt larges, se recouvrant avec une pointe large et mal définie, ou complètement arrondies, ou avec un cran au sommet : *Derris elliptica* Changi n° 3.

) folioles plutôt étroites ne se recouvrant que peu ou pas, et terminées par une pointe bien précisée : *Derris elliptica* Changi n° 1.

II. — Allure dressée, apparence d'un arbrisseau, folioles terminées par une longue pointe, très peu duveteuses et non blanchâtres à la partie inférieure : *Derris malaccensis* var. *sarawakensis*.

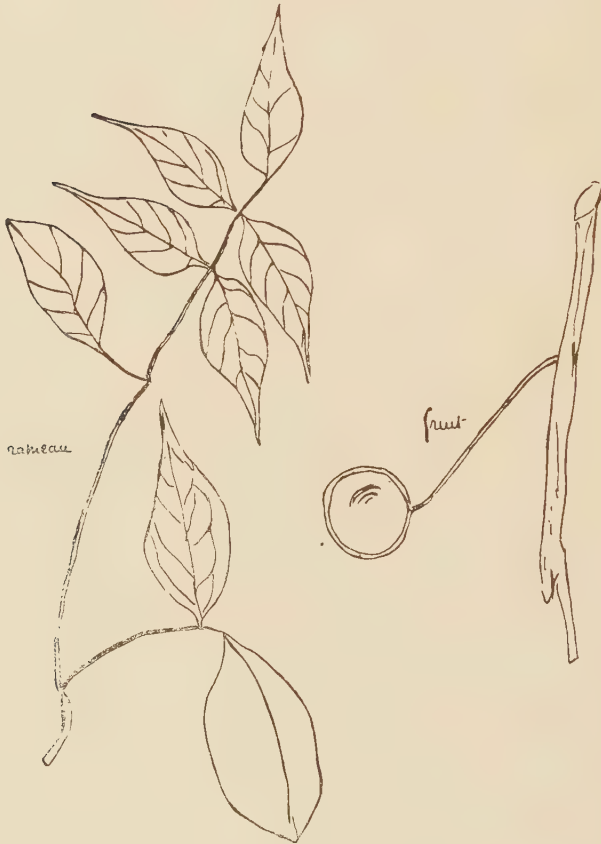
Derris uliginosa (9). Benth. Pl. Jungh., p. 252, et Journ. Linn. Soc. IV, Suppl., p. 107 ; Miq. Fl. Ind. Bot. I, p. 41 ; Baker in Fl. Brit. India, II, p. 241 ; Prain in King, Mat. Malay. Penins. Discipl., p. 102 ; *Derris Trifolia* Lour., Fl. coch., p. 433 ; *Robinia uliginosa* Roxb. ; *Guadelupa uliginosa* Roxb. ; *Pongamia uliginosa* ; D. C. Prodr. II, p. 416 ; *Pterocarpus uliginosus* Roxb.

Noms vulgaires : Cay long Kean, Cokem, Cay Coc, Cay cat, Toubà, Tuba.

Liane buissonnante, longue parfois de 10 à 15 m. Tige de 5 à 7 cm. de diamètre, roussâtre, lenticellée ; rameaux glabres, parfois traînant et s'enracinant, bruns, avec des lenticelles pâles. Feuilles longues de 10 à 20 cm. ; pétiole de 5 à 15 cm., cannelé-strié, glabre, inséré entre deux tubercules stipulaires ; folioles de 3 à 5 cm., rarement 7, ovales, obtuses ou acuminées, arrondies, presque cordées à la base, très glabres, d'un vert pâle, fermes, longues de 5 à 15 cm., larges de 25 à 60 mm. ; nervures secondaires, 7 à 8 paires, peu visibles, confluentes près de la marge par des arcs ; veinules très nombreuses, en réseau très fin ; pétiolule de 3 à 6 mm., très glabre. Inflorescences axillaires, en grappe, non rameuses, très glabres, de 3 à 5 mm., bibractéolées au sommet ; fleurs denses, rosées, longues de 12 mm. Calice en cupule, glabre, cilié. Pétales onguiculés ; étendard orbiculaire, à peine cordé, sans callosités ; ailes et carène à oreillettes saillantes et aiguës. Etamines : 10, toutes soudées ; anthères ovales, obtuses. Pistil velu ; style glabre ; ovules : 3 à 6. Fruit vert, puis jaune, glabre, presque orbiculaire ou elliptique irrégulier, terminé par le style oblique, long de 3 à 4 cm., large de

20 à 28 mm., membraneux, très nettement réticulé partout; aile supérieure large de 2 mm., infléchie au milieu, l'inférieure transformée en bourrelet filiforme;

Derris uliginosa



Herbier Candoger Lyon

graine solitaire, très comprimée, jaune brun, presque échancrée au hile, longue et large de 20 mm. et plus.

Tonkin : Tankeim (Balansa). — Annam : Than-hoa

(Bon) ; Nha-trang (Robinson). — Cochinchine : (Talmy, G. Debeaux, Pierre, Thorel), Saïgon (Lecomte et Finet, G. Debeaux) ; Ha-tien, Saïgon (Godefroy), Tay-nint et fleuve Saïgon (Pierre), Poulo condor (Perry). — Indes anglaises, presqu'île malaise, Philippines, Chine, Polynésie.

Derris scandens. Benth. in Journ. Linn. Soc. IV, Suppl., p. 103 ; Baker in Fl. Brit. India. II, p. 240 ; Prain in King, Mat. Malay. Penins. Discip., p. 100 ; *Dalbergia scandens* Roxb., Corom. Pl. II, tab. 192 ; D. C. Prodr. II, p. 417 ; Wight, Icones, tab. 275 ; *D. timorensis* D. C. ; *Brachypterum scandens* Benth. ; *B. timorens* Benth., Miq. Fl. Ind. Bat. I, p. 138.

Liane très grande, atteignant 30 mètres. Tige de la grosseur du poignet, à bois anormal, excentrique. Rameaux velus, grisâtres, puis glabres, à lenticelles ponctiformes, striés en long, bruns. Feuilles longues de 10 à 15 cm. ; pétiole commun long de 6 à 10 cm., canaliculé, glabre ; folioles : 9 à 19, raides et coriaces, obovales ou oblongues, obtuses et émarginées ou acuminées, parfois obtuses, aiguës ou arrondies à la base, luisantes et glabres en-dessus, à poils rares et couchés en-dessous, longues de 2 à 5 cm., larges de 15 à 20 mm. ; nervure principale terminée en mucron globuleux très petit ; nervures secondaires : 8 à 10 paires, très fines, blanchâtres ; veinules très nombreuses, en réseau très serré ; pétiolule de 2 à 3 mm. Inflorescences axillaires, en grappe, longues de 8 à 10 cm., velues rouillées ; pédoncules très courts, écailleux, réduits à un tubercule cylindrique, portant 5 à 12 fleurs succes-

sives ; pédicelles bibractéolés sous le calice, longs de 5 mm. ; fleurs blanches ou rose pâle, longues de 8 à 9 mm. Calice en entonnoir, velu en dehors, à peine sinué, denté. Pétales notoirement onguiculés ; étendard oblong-obovale, replié et renversé, large de 5 mm. ; ailes velues, avec une oreillette trapézoïde saillante ; carène falciforme, à oreillette semicirculaire. Etamines : 10, toutes soudées ; anthères ovales, obtuses. Pistil velu, à style glabre ; ovules : 6 à 10. Fruit long, de 25 à 70 mm., large de 10 à 15 mm., atténué aigu aux extrémités, sinué entre les graines, velu soyeux ; aile supérieure large de 2 à 3 mm., l'inférieure nulle ; graines : une à 4, réniformes, longues de 8 mm., larges de 6 mm.

Siam : monts Taleng, prov. de Petchabouri (Pierre) ; Xien-maï (Kerr) ; Laos : Sambor, Seng-treng (Harmaud) ; Shungtreng (Thorel) ; Cambodge : Priacan (Harmaud) ; Kauryot (Geoffray) ; Cochinchine : delta du Mekong (Harmaud) ; Ti-tinh (Thorel) ; Ha-tien (Godefroy) ; prov. de Chandoc et rivière de Saïgon (Pierre). — Presqu'île malaise, Indes anglaises, Chine, Australie.

Etude morphologique interne.

Caractérisés et individualisés au point de vue morphologie externe, il nous a paru nécessaire de compléter cette étude par un examen anatomique précis des différents *Derris* susceptibles d'être employés dans le commerce.

Nous nous bornerons à décrire les *Derris elliptica* Benth., *Derris uliginosa* Benth., *Derris scandens* Benth., bien que le premier soit seul couramment employé.

En ce qui concerne les caractères anatomiques des *Derris elliptica* et *uliginosa*, nous mentionnerons ceux donnés par Maheu dans le BSP, 1925 ; ils nous ont paru en tous points exacts.

Derris scandens



Derris elliptica (10). a) Racine : suber né dans la partie profonde du parenchyme cortical. Péricycle représenté par une zone discontinue de cellules scléreuses, le plus souvent rectangulaires, à parois peu épaisses, rarement ponctuées. Cônes libériens étroits, allongés, ne présentant que de rares zones collenchymateuses. Ils sont stratifiés assez régulièrement par de petites bandes parfois interrompues de fibres hexagonales, à lumen punctiforme, se colorant assez difficilement. Ils sont séparés par des rayons médullaires, présentant un nombre irrégulier de cellules : tantôt trois, tantôt cinq.

Les contours de la zone ligneuse épaisse sont irréguliers ; celle-ci renferme de nombreux vaisseaux irrégulièrement disposés, ovoïdes, un peu allongés radialement (diamètre : 150 à 160 μ), à parois peu épaisses (5 à 6 μ).

Thylles toujours sclérifiés, abondants dans les vaisseaux.

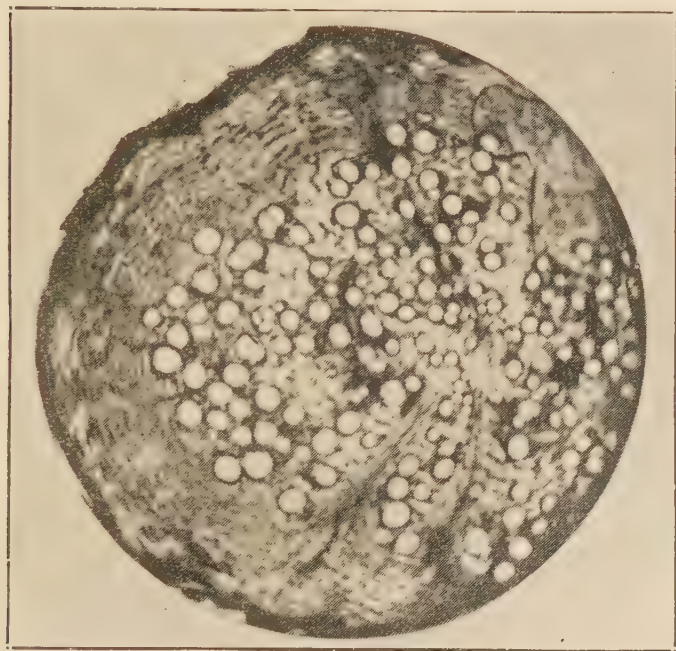
En coupe longitudinale, ces vaisseaux incolores sont rayés, ponctués comme la plupart de ceux des légumineuses.

Le parenchyme ligneux est irrégulièrement différencié. Il est lignifié, formé de cellules à parois peu épaisses dans la région centrale où ne subsiste qu'un rudiment de moelle cellulosique. Dans la zone externe, le parenchyme ligneux renferme des îlots de fibres analogues à ceux de la région libérienne, mais assez irrégulièrement disposés.

La zone moyenne peu étendue montre de petites zones de parenchyme ligneux, lignifié autour des vaisseaux, toutes les zones intermédiaires étant restées à l'état de parenchyme cellulosique. La région du bois est

divisée par de larges rayons médullaires à trois ou cinq rangées de cellules courtes un peu allongées radialement, à parois peu épaisses, sclérifiées.

Eléments de sécrétion. — Dans le parenchyme externe, nombreuses cellules arrondies, tantôt iso-



diamétriques, tantôt allongées en coupe longitudinale. Dans le parenchyme ligneux cellulosique, leurs parois sont fines, leur contenu granuleux se colore fortement en rouge par l'orcanette et le soudan ; il renferme des enclaves albuminoïdes ne se colorant pas. Le contenu de ces cellules paraît présenter les caractères des résines. (Longueur des cellules : 150 à 200 μ , diamètre : 40 à 50) μ .

Cellules à tannin. — Peu abondantes dans la zone externe, elles sont très nombreuses dans la région

ligneuse et disposées en cercles concentriques, surtout dans les parenchymes cellulosiques et les rayons médullaires. Les cellules ne se distinguent pas, comme forme, de leurs voisines. Sur la coupe longitudinale, elles apparaissent arrondies dans la région externe et les rayons médullaires. Dans les parenchymes ligneux, elles sont allongées. Leur contenu est de couleur brun clair se colorant bien par les réactifs du tannin. Bichromate de potasse (précipité noir), sulfate ferreux, molybdate d'ammoniaque, perchlorure de fer.

Amidon. — Peu abondant dans la zone du parenchyme externe. Abondant dans le parenchyme ligneux cellulosique. Grains irréguliers, anguleux, rarement arrondis, sans hile, ne présentant en aucune façon le hile si caractéristique des plantes de la famille des légumineuses (diamètre : 7 à 12 μ).

Oxalate de calcium. — Abondant dans la partie externe au voisinage du suber, rare dans les zones ligneuses restées cellulosiques. Ce sont de petits prismes à base losangique.

b) Tige : épiderme à cellules cubiques couvert par une cuticule fine. Collenchyme peu épais, quatre rangées de cellules rectangulaires. La zone corticale profonde est occupée par un anneau discontinu d'îlots de 8 à 15 fibres arrondies à lumen punctiforme.

Zone péricyclique peu étendue, renfermant de larges cellules à résine. Liber collenchymateux en cônes cunéiformes, peu étendus, larges, stratifiés par des bandes irrégulières souvent interrompues de sclérenchyme, formé de fibres arrondies ou subhexagonales, à parois épaisses, à lumen ponctiforme ; ces cônes sont séparés

par de larges rayons médullaires, formés de cellules tabulaires allongées tangentiellement. Cambium très net.

Bois très étendu à vaisseaux irrégulièrement répartis, arrondis (diamètre : 110 à 120 μ), à parois peu épaisses. Le parenchyme ligneux lignifié est constitué de cellules allongées radialement à parois peu épaisses. Il renferme des îlots irrégulièrement répartis de sclérenchyme (50 à 60 fibres arrondies à lumen punctiforme).

Moelle très développée, entièrement cellulosique, formée de cellules irrégulièrement arrondies à parois fines.

Eléments de sécrétion. — Même nature que ceux de la racine. Ils sont représentés par de larges cellules ovoïdes disposées en ligne concentrique à l'épiderme dans la région péricyclique. On les retrouve également dans la moelle, au voisinage des formations primaires.

Amidon. — Abondant dans le parenchyme et la moelle, les grains présentent les mêmes caractères que dans la racine. Oxalate de calcium abondant dans l'écorce au pourtour de l'anneau scléreux et dans toute la moelle, surtout au voisinage du bois primaire.

c) Pétiole commun : épiderme à cellules ovoïdes, couvertes par une cuticule épaisse crênelée. Parenchyme peu étendu à cellules ovoïdes.

Large péricycle sclérifié à cellules scléreuses hexagonales, larges, à lumen bien marqué. Liber réduit, en cercle à peu près continu, à éléments subhexagonaux. Cambium très net.

Bois constitué par des vaisseaux ovoïdes allongés radialement, réunis par un parenchyme ligneux formé

de cellules sclérifiées. Moelle abondante. A la périphérie de celle-ci, les formations ligneuses sont protégées par un îlot de sclérenchyme.

Eléments de sécrétion. — Peu abondants, larges cellules ovoïdes situées sous l'anneau scléreux à la périphérie du liber.

Oxalate de calcium. — Peu abondant, petits prismes à base losangique sous l'épiderme.

d) Feuilles. — α). Pétiole: arrondi vers la face inférieure. A la partie supérieure, il forme une invagination profonde dessinant ainsi deux ailes latérales bien marquées.

Système libéroligneux en anneau complet, formé de faisceaux contigus. Bois recouvert par un liber peu développé. Le tout est protégé par un anneau continu de sclérenchyme péricyclique. Les ailes renferment un très petit faisceau conducteur, ovale, couvert par un abondant sclérenchyme en éventail.

Eléments de sécrétion. — Rares cellules à résine, arrondies, isolées dans la moelle.

Oxalate de chaux. — Nous n'avons pas observé de cristaux dans le pétiole.

β) Nervure médiane : En coupe transversale, la nervure est planconvexe. Protégée à la face inférieure par un collenchyme épais recouvert par un épiderme à cellules denticulées. La face supérieure présente, au-dessus du faisceau, le prolongement du parenchyme palissadique.

Système fasciculaire en anneau continu, resserré vers la face supérieure. Bois peu abondant, quatre à cinq faisceaux en files radiales. Liber en îlots très nets,

à fines cellules. Péricycle sclérifié, anneau continu de fibres hexagonales à parois peu épaisses, large lumen.

γ) Limbe centrique : Examiné de face à plat, l'épiderme de la face supérieure est formé de larges cellules irrégulières, inégales, à parois ondulées peu épaisses. Il est dépourvu de poils et de stomates. Epiderme inférieur à petites cellules à parois minces, ondulées, nombreux stomates arrondis, entourés le plus souvent par deux cellules annexes parallèles à celles de l'ostiole.

Poils peu abondants, unicellulaires, renflés à la base, pointe effilée, parois épaisses sclérifiées, toujours couchés parallèlement à la surface du limbe. En coupe transversale, épiderme supérieur formé de cellules tabulaires couvertes par une cuticule fine. Mesophylle centrique. Deux rangées de longues cellules palissadiques à la face supérieure, une plus courte à la face inférieure. Ces zones sont séparées par une ligne de cellules à résine ovoïdes, allongées tangentiellement. Epiderme inférieur identique à celui de la face supérieure, mais à éléments plus réduits et portant stomates et poils tecteurs.

Eléments de sécrétion. — Abondants dans le mésophylle. Dans la nervure centrale, on n'observe que quelques rares cellules à résine dans la région médullaire.

e) Péricarpe : épicarpe à fines cellules tabulaires, étroites, écrasées, couvertes par une cuticule un peu épaisse. Au-dessous, larges cellules scléreuses rectangulaires, parois à ponctuations tournantes. Partie externe du mésocarpe, formée de larges cellules ovoïdes renfermant les faisceaux libéroligneux ovoïdes protégées par une zone scléreuse péricyclique en éventail.

Partie profonde du mésocarpe représentant la moitié de l'épaisseur du péricarpe, formé de fibres hexagonales, à parois épaisses, à large lumen. Dernière assise formée de cellules scléreuses arrondies, à très large lumen, recouvertes par l'endocarpe analogue à l'épicarpe.

Éléments de sécrétion. — Peu abondants, très grandes cellules à résine, diamètre de 50 à 60 μ , sur une longueur variant de 140 à 180 μ , localisées dans la partie externe du mésocarpe.

Oxalate de calcium. — On n'observe dans le péricarpe aucun cristal.

f) Graine : L'épiderme examiné de face montre des cellules hexagonales à parois cellulodiques un peu épaisses, présentant sur toute leur longueur de fines stries latérales. Cette constitution rappelle en plus réduit ce qui s'observe dans la graine d'arachis.

En coupe transversale, ces cellules sont allongées, protégées par une cuticule assez épaisse. Au-dessous, zone de cellules rectangulaires ayant tendance à affecter la forme en sablier. Le reste du tégument est divisé en deux zones : l'externe, très développée, à cellules ovoïdes ; l'interne, tissu très serré, formée de fines cellules rectangulaires.

Couche membraniforme bien nette. Cotylédons limités par un épiderme à fines cellules tabulaires formés de larges cellules hexagonales à parois fines, renfermant des grains d'amidon abondants, subarrondis, dépourvus de hile.

Éléments de sécrétion. — Les cellules à résine, peu abondantes, sont localisées dans les cotylédons ; elles

ne présentent aucune différence avec leurs voisins, mais se colorent en rouge par l'orcanette et le soudan.

Oxalate de calcium. — N'existe pas dans la graine.

Derris uliginosa (11). a) Tige : Suber très développé. Collenchyme sous épidermique, deux à trois rangées de cellules, anneau scléreux épais, continu ; quatre à cinq rangées de cellules scléreuses ponctuées hexagonales, à parois peu épaisses, lumen très développé. Région péricyclique peu marquée. Liber formé de longs segments plus ou moins contournés, formés alternativement de zones collenchymateuses et de cellules disposées en files radiales, ils sont stratifiés régulièrement par des bandes étroites (deux ou trois) de fibres arrondies ou subhexagonales à lumen ponctiforme. Ces îlots sont séparés par des rayons médullaires à trois rangées de cellules étroites, allongées radialement. Cambium bien différencié. Bois à petits vaisseaux (diamètre : 40 à 50 μ), arrondis à parois fines, souvent obstrués par des thylls irrégulièrement réparties au milieu d'un parenchyme non cellulosique, contenant çà et là et sans ordre de petits îlots de fibres analogues à ceux du liber. Formations primaires très nettes. Moelle peu développée à cellules arrondies, renfermant surtout au pourtour des formations primaires ligneuses des cellules arrondies à parois sclérifiées.

Eléments de sécrétion. — Cellules à résines ovoïdes, disposées en ligne, sous l'anneau scléreux externe ; on en observe également à la périphérie de la moelle.

Amidon. — Abondant dans tous les parenchymes, même dans les cellules des rayons médullaires de la zone ligneuse.

Oxalate de calcium. — Petits prismes très abondants au voisinage de l'anneau scléreux de l'écorce.

b) Petiole commun : Face inférieure convexe, la supérieure plane présente deux ailes médianes au milieu desquelles on observe une petite crête formant le centre de la concavité. Il présente une constitution voisine de celle du *Derris elliptica* : faisceaux libéroligneux en anneau complet, anneau scléreux péricyclique large, très développé. Mais ici on observe en outre, et c'est là une différence essentielle avec l'espèce précédente, trois faisceaux supplémentaires, un dans chacune des ailes, faisceaux en éventail couverts par un arc scléreux très net ; un troisième central complètement arrondi représentant un petit anneau libéroligneux normal, cellules à résines abondantes, bien développées, les unes dans la région périmédullaire, d'autres situées immédiatement sous l'anneau scléreux péricyclique.

c) Feuille. α) Pétiole : Constitution absolument identique à celle du pétiole de l'espèce précédente.

β) Nervure médiane : Mêmes caractères anatomiques que dans la feuille du *Derris elliptica*.

γ) Limbe. : Examiné de face, l'épiderme supérieur est formé de cellules ondulées à parois peu épaisses, moins larges que dans l'espèce précédente. L'épiderme inférieur présente les mêmes caractères que dans la première espèce, mais il est dépourvu de poils. La transversale montre une structure bifaciale. Le parenchyme palissa-

dique est à deux rangées de larges cellules occupant la moitié de l'épaisseur du limbe ; le reste du mésophylle est lacuneux, formé de cellules arrondies ; épiderme inférieur analogue à celui de la face supérieure, mais à éléments plus petits. Faisceaux du limbe protégés sur leurs deux faces par une zone de sclérenchyme à cellules arrondies, large lumen. Il se forme ainsi des piliers scléreux tout à fait caractéristiques. C'est là le véritable caractère différentiel de cette feuille avec l'espèce précédente.

Eléments de sécrétion. — Rares cellules à résine isolées dans la moelle de la nervure centrale et dans le mésophylle lacuneux dans la région située au-dessous du tissu pallissadique.

d) Fruit : Epicarpe à cellules aplaties, au-dessous duquel on remarque une ou deux rangées de cellules scléreuses ovoïdes, à parois peu épaisses, ponctuées. Le mésocarpe, dans sa zone externe, est formé de cellules ovoïdes assez larges, diminuant ensuite fortement au centre. La partie profonde du mésocarpe est constituée par des fibres analogues à celles du fruit du *Derris elliptica*, mais plus réduites. Il se termine par deux ou trois rangées de cellules tabulaires cellulosiques recouvertes par un endocarpe à cellules analogues à celles de l'épicarpe.

Eléments de sécrétion : Peu abondants, grandes cellules arrondies, d'un diamètre de 60 à 80 μ , ayant écrasé, en se gorgeant de résine, les cellules de bordure, ce qui donne à l'ensemble l'aspect d'un canal sécréteur.

Oxalate de chaux. — Pas de cristaux dans le péricarpe.

e) Graine : Le tégument examiné de face est formé de cellules subhexagonales à parois un peu épaisses, mais irrégulières, et ne présentant aucune ornementation, contrairement à ce qui a été observé dans l'épiderme de la graine du *Derris elliptica*.

En coupe transversale, l'épiderme est formé de cellules allongées, disposées en palissades, recouvertes par une cuticule un peu épaisse, sclérifiées. Au-dessous, la zone est formée de cellules cubiques. La partie externe des téguments est constituée par des cellules allongées tangentiellement, la zone profonde, par des cellules tabulaires comprimées. Couche membraniforme à peine indiquée. Les cotylédons débutent par un épiderme à cellules tabulaires au-dessous desquelles on observe de larges cellules hexagonales devenant de plus en plus arrondies à mesure que l'on pénètre plus profondément ; ces cellules sont gorgées d'amidon en grains arrondis, dépourvus de hile.

Eléments de sécrétion. — Cellules à résine, rondes, ne présentant aucune différence avec les cellules voisines des cotylédons.

Oxalate de calcium. — Pas de cristaux dans toute la graine.

Derris scandens. a) Tige : Tige circulaire à structure secondaire. Suber très développé, cylindre central constitué par une moelle contenant des cellules à résine et d'autres cellules ponctuées ; faisceaux ligneux épais ; liber cristalligène à oxalate de calcium et cellules à résines, surmonté d'un arc péricyclique sclérenchymateux. Ecorce constituée par un phelloderme secondaire à cel-

lules allongées contenant des cellules à résine éparses. Suber épais. Présence de lenticelles. Présence de prismes d'oxalate de chaux dans la dernière assise péricyclique.

b) Pétiole : Structure octogonale avec sillon médian bien développé constituée par : un anneau de bois circulaire qui occupe la plus grande partie du pétiole ; un anneau de liber avec petites cellules cristalligènes et des rayons médullaires se prolongeant dans le tissu péricyclique, épais, circulaire. De chaque côté du sillon médian se trouvent deux nervures latérales plus petites, à même disposition histologique que la nervure principale. Appareil pilifère très abondant sur toute la surface.

Appareil à sécrétion. — Oxalate de chaux en prismes dans le phelloderme, quelques cellules à résine.

c) Feuilles : Parenchyme hétérogène asymétrique ; nervure principale développée à la face inférieure, constituée par deux arcs de bois biconvexe, séparés entre eux par un arc de liber mou ; anneau péricyclique peu net.

Appareil pilifère développé, à poils tecteurs unicellulaires à pied articulé. Cellules à résine dans le mésophylle.

Il ne nous a pas été possible d'examiner, avant la rédaction de ces notes, des racines de *Derris uliginosa* et *scandens*. Nous nous proposons, lorsque nous recevrons les échantillons demandés, de publier un article à ce sujet. Nous pensons néanmoins que l'étude morphologique des principales espèces décrites, mais dont la première, seule, est employée à une grande échelle dans le commerce, sera de quelque utilité pour l'identification.

CHAPITRE III.

ETUDE ECONOMIQUE

Habitat.

Le Dèrris est une plante des pays tropicaux et sub-tropicaux. Il est originaire de Malaisie, mais se trouve à l'état spontané dans beaucoup de nos colonies : Guyane, A.E.F., Indochine française, en Chine, dans l'Inde, les îles de la Sonde (Java, Sumatra). De nos jours il est l'objet de soins tous particuliers, sa culture, d'ailleurs, est fort simple et peu exigeante.

Culture.

Les jardiniers chinois (13) plantent de longues boutures, tordues, à 2 mètres les unes des autres avec du fumier de porc, la récolte des racines se fait au fur et à mesure des besoins. Lorsqu'il s'agit de cultures importantes, le terrain de préférence argilo-sablonneux et riche en humus est aménagé en billons de un mètre de large. Sur ceux-ci des boutures de 0 m. 40 à 0 m. 50 sont plantées à intervalles d'environ 1 mètre. En cas de sécheresse il faut avoir soin de pratiquer l'effeuillage des jeunes tiges afin d'éviter une transpiration excessive.

Les racines sont récoltées en général au bout de 2 ans, époque à laquelle la teneur en extrait éthéré est maxima. Des essais ont montré que l'on obtient de bien meilleurs

résultats en laissant s'enraciner les boutures pendant un mois en pépinière sous ombrage léger avant transplantation, ce qui évite le remplacement des manquants qui surviennent fréquemment peu après la plantation.

La multiplication par voie asexuelle est généralement pratiquée, on a pu cependant obtenir récemment en Malaisie des graines de *D. elliptica* ce qui est intéressant pour la sélection des lignées à haute teneur en produits toxiques.

La plante supporte bien la forte lumière mais s'accommode mieux d'un léger ombrage, pour cette raison on l'intercale souvent entre les rangées d'hévéas, de kapokiers ou de cocotiers. Elle demande une température d'au moins 80° F et une humidité de 2 m. 25 à 3 m. 25. Elle est rarement parasitée, on a signalé cependant à Java, Bornée, en Chine, dans l'Inde et dans la péninsule malaise un insecte le *Parata Alexis* qui détermine un enroulement des feuilles d'ailleurs peu dangereux.

La teneur en principes actifs des racines de derris que l'on trouve sur le marché est assez variable suivant les espèces, le mode de culture, le terrain et surtout l'âge au moment de la récolte. Il résulte de recherches expérimentales que la richesse est plus élevée chez les racines jeunes et qu'elle diminue progressivement avec l'âge, cependant, comme le poids de la racine croît proportionnellement plus vite que ne décroît la teneur en principes actifs, les producteurs ont encore intérêt à n'effectuer la récolte que vers le 25^e mois, époque à laquelle les racines s'appauvrissent rapidement et n'augmentent que faiblement de poids. Nous allons donner (14) les rendements effectués en 1928 en Malaisie sur le Derris

elliptica, sans fumure, en kilogrammes par hectare, en fonction de l'âge.

age	racines fraîches	racines séchées à l'air		Total
		finés	grosses	
21 mois	1.430	400	360	760
23 »	2.460	680	350	1.030
25 »	3.030	1.000	275	1.275
27 »	3.870	1.250	540	1.790

A la station expérimentale de Kuala Lumpur on estime que le poids des racines produit par un pied est voisin d'une livre et qu'à la dessication la perte est de 40 %.

Pour présenter un produit commercial impeccable la récolte doit être effectuée avec beaucoup de soin. On coupe les tiges et gourmands aussi près du sol que possible, on les rejette ; on deterre à la fourche ou à la bêche les racines entières en ayant soin de ne pas les entamer, on les lave à grande eau de façon à éliminer d'abord les particules sableuses puis les particules argileuses qui adhèrent fortement et déprécient les racines en leur « donnant une apparence grisâtre. Si l'épiderme n'a pas été entamé à l'arrachage, il n'y aura aucune perte de matière toxique. On procède alors au séchage qui s'effectue soit sur des claies au soleil, soit sous des hangars couverts pendant 8 à 10 jours. On trie en racines fines, plus appréciées, et racines grosses, on les lie en paquets, puis on en fait des balles de 1 m.80 × 1 m. 80 × 1 m. 20 pesant 80 kg. net. Il faut avoir soin de conserver le produit à l'abri de l'humidité car il est facilement envahi par des moisissures et perd ainsi

beaucoup de son activité. Il n'est pas non plus, bien qu'insecticide, à l'abri des attaques de la larve d'un certain Borer (15) de l'ordre des Bostrychides qui aurait, paraît-il le pouvoir de transformer le roténone et pourrait causer des dégâts allant jusqu'à rendre le produit invendable. Une courte exposition au soleil le tue cependant assez rapidement aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte.

Echantillonnage — Teneur en principes actifs.

Le Derris se vendant suivant certaines données : teneur en roténone ou en extrait éthéré, variables d'une plante à l'autre il est nécessaire de procéder à l'échantillonnage qui constitue une opération délicate ; Georgi et Teik (16) recommandent de procéder de la façon suivante : les racines fraîches sont prélevées dans des lots différents, séchées jusqu'à poids constant, coupées en petits morceaux puis finement moulues. La détermination de l'humidité a une grande importance car la teneur en extrait éthéré et en rotenone varie en raison inverse, en général elle oscille pour les racines séchées à l'air entre 7 et 10%.

L'extrait éthéré s'obtient par épuisement du produit au soxhlet avec de l'éther, le rotenone de préférence avec du tétrachlorure de carbone.

Voici les taux réalisés en Malaisie en traitant par ces deux procédés les différentes espèces de Derris (racines sèches de 3 à 6 mm. de diamètre).

	rothénone ‰	Extrait éthéré ‰
<i>D. elliptica</i> (type Singapour)	3,91	20,80
<i>D. »</i> (type couché de Parawak)	7,18	26,57
<i>D. malaccensis</i> (var. sarakensis)	2,98	20,88
<i>D. malaccensis</i> (type kuita) .	0	14,57

Les racines fines sont les plus appréciées elles titrent en général 6 à 7 % de roténone et 16 à 20 % d'extrait, les grosses sont moins riches : 4,5 à 5,7 % de roténone, 15 à 18 % d'extrait.

Le gouvernement des Etats Fédérés malais a établi à Singapour un bureau d'essais qui délivre des certificats d'analyse. Les lots ne titrant pas 15 à 16 % d'extrait éthéré et 5 % de roténone sont « décotés. »

Les racines du Derris de l'Inde sont d'ordinaire plus volumineuses, jusqu'à 60 mm. de diamètre et très irrégulières comme grosseur ; elles sont riches en extrait : 15 à 20 %, mais de teneur très moyenne en roténone : 3,1 à 4,5 %.

En Indochine quelques espèces sont spontanées, d'autre part des essais de plantation ont été faites mais ils ne se sont pas montrés très satisfaisants. Les échantillons analysés par l'Institut des recherches agronomiques de Saïgon sont assez pauvres, leur teneur en roténone ne dépasse guère 3 à 4 %, seule une espèce de Bac Lieu a donné 7.71 % de roténone et 23,4 % d'extrait éthéré.

Exportations.

Il n'est pas douteux qu'en Indochine française, par des sélections de plants on pourrait facilement avoir un produit marchand ; en Guyane les essais sont également insuffisants et il serait souhaitable que dans nos colonies d'Afrique dont le climat conviendrait parfaitement des plantations soient aménagées de façon à pouvoir nous libérer des importations étrangères. Les Belges travaillent dans ce sens au Congo, les Allemands s'intéressent également à la question, mais les gros producteurs sont actuellement la Malaisie et l'Inde dont nous sommes tributaires. En Malaisie les trois principaux centres de culture sont Johore, Perak et Singapour.

D'après les renseignements fournis par Shoon et Rowan (17) les productions pour la Malaisie anglaise et les Indes néerlandaises sont les suivantes :

Production des racines de Derris en kgrs. et exportation

	Malaisie anglaise	Indes Néerlandaises
1930	91.000	6.000
1931	100.000	12.000
1932	213.000	3.500
1933	652.000	20.000

avec exportations pour la Malaisie anglaise.

*Destination des exportations de Malaisie anglaises
en kg.*

	Europe	U. S. A.	Japon	Divers
1930	35.000	7.000	38.500	10.000
1931	29.000	9.000	31.000	31.000

	Europe	U. S. A.	Japon	Divers
1932	89.000	52.000	42.000	30.000
1933	293.000	256.500	61.000	41.000

En 1928, la Malaisie exportait 40 tonnes de racines, actuellement elle en exporte plus de 800 tonnes. Malgré cette production intensifiée du Derris les demandes ne peuvent toujours être satisfaites et les commandes sont parfois passées plusieurs années avant la récolte. En France le produit n'arrive qu'en faible quantité par les marchés de Londres et de Hambourg, il est concurrencé en raison du coût du frêt, par les Cube Sud-américains dont le prix de revient est sensiblement moindre.

Cours des ventes.

Le cours des racines de Derris elliptica sur le marché de Malaisie est voisin de 0,30 \$ le kati (1 kati = 795 gr.), le prix de gros de 20 à 25\$ les 60 kg. Il est à l'heure actuelle difficile de trouver commercialement chez les droguistes : roténone extraits et poudres de Derris bien que celles-ci entrent déjà dans la composition de quelques mélanges insecticides, mais il y a tout lieu de croire qu'étant donné l'activité de ces produits, leur usage se vulgarisera très vite et ne sera plus l'exclusivité de certains importateurs.

CHAPITRE IV.

ETUDE CHIMIQUE

Teneur en principes actifs du Derris — Extraits.

Nous devons aux chimistes américains de nombreux travaux sur l'étude purement chimique des principes actifs du Derris ; essais de synthèse, oxydations, hydrogénations, nous analyserons ces travaux et nous insisterons particulièrement sur les procédés d'identification, de dosage d'extraction ; nous n'avons trouvé que peu de documents sur l'analyse de la poudre pure et des extraits, nous noterons seulement les pourcentages d'extraits obtenus par épuisement de 100 gr. de poudre de Derris elliptica d'après Peyer (18).

Extrait aqueux à chaud	12.10 à 16.40 %
» » à froid	10 à 10.40 %
» alcoolique.....	16.50 à 25,6 %
» éthéré	13.20 à 17.4 %
» éther de pétrole.....	9.40 à 12.4 %
» benzinique	1.30 à 17.25 %

Travaux sur l'isolement des principes actifs.

L'isolement des principes actifs à l'état pur est tout récent et il a été précédé de nombreux essais qu'il est intéressant de citer car ils nous montrent toute la

difficulté qu'exige la séparation de produits également solubles dans les solvants neutres : à savoir les principes actifs eux-mêmes et la résine qui les contient. Le premier pas dans cette étude remonte à Greshoff (19), en 1890, qui isola de la poudre de racine du *Derris elliptica* un complexe résineux acide, le « Derride », contenu dans la proportion de 5 % environ. Ce derride non purifié fond à 61° et se décompose à 160° en donnant une odeur ressemblant à la coumarine. Chauffé avec un alcali il donne de l'acide salicylique et de la pyrocatéchine ; il est associé dans la tige à une matière colorante brune « le rouge de Derris », dérivé du tannin. Il est composé d'un mélange de deux parties : l'une cristalline, l'autre amorphe, qui furent séparées en traitant par l'alcool dilué, puis par un alcali dilué, et en dissolvant finalement dans le chloroforme. Le Chloroforme distillé, le résidu amorphe fut chauffé avec de l'alcool absolu qui, par refroidissement, donna des cristaux circulaires jaunes, fondant en se décomposant partiellement à 190°. Le derride amorphe reste dans la solution après séparation des cristaux. Un examen plus récent de la même espèce a été fait par H.-E. Thovan Sillevoldt (20). Le derride est à l'état amorphe ; il est accompagné d'une substance cristalline en aiguilles jaune clair fondant à 214°, insoluble dans le chloroforme et l'éther acétique ; elle n'agit pas sur les poissons. La formule est $C^{33}H^{28}O^9\frac{1}{2}H^2O$. L'auteur la considère comme l'anhydroderride. En admettant cette relation entre le derride et l'anhydroderride, l'auteur admit que le derride doit contenir au moins deux groupes hydroxyles ; or, un essai fut fait pour remplacer ceux-ci par des groupes

acetyl et benzoyl ; les résultats furent négatifs. D'autre part l'application de la méthode de Zeisel au derride et à l'anhydroderride a conduit Sillevoldt à affirmer que ces deux substances contenaient trois groupes méthoxyl.

Des études plus récentes furent entreprises par F.-B. Power (21) sur l'extraction des principes du *Derris uliginosa* ; nous exposerons ici sa méthode basée sur la dissolution dans le pétrole et le chloroforme :

1° Produits extraits de la plante par le pétrole (extrait alcool pétrolé). L'extrait alcoolique porté à sec, donne un extrait de 4,6 % ; il est repris par la ligroïne (point de volatilisation : 40° à 60°), jusqu'à dissolution complète, puis filtré et distillé ce qui donne une quantité considérable d'un liquide huileux de couleur sombre. L'extrait fut hydrolysé en chauffant avec une solution de potasse dans l'alcool. La portion du produit hydrolysé qui était entré en combinaison avec l'alcali contenait une très petite quantité d'un acide volatil dont le sel d'argent ($C^6H^{11}O^2Ag$) produisit par analyse l'acide caproïque $C^6H^{12}O^2$. Toutefois la quantité obtenue fut trop faible pour pouvoir réaliser toutes les réactions d'identité. L'auteur obtient également un acide cristallisé à point de fusion 74° à 75°, dont la composition répondait à l'acide arachidique $C^{20}H^{40}O^2$. La liqueur mère du produit précédent contenait un produit fondant à 95-98° et répondant à la constitution de l'acide stéarique $C^{18}H^{36}O^2$. La portion du produit hydrolitique n'étant pas rentré en combinaison avec l'alcali, contenait une substance fusible à 80-81°, l'acide cérylique $C^{27}H^{54}O^2$ et une quantité considérable

de deux isomères du cholestérol $C^{26}H^{44}O$. Un de ceux-ci en quantité relativement peu considérable était peu soluble dans l'alcool à 90°, avec un point de fusion de 207° à 209°. L'autre, en quantité plus considérable, était plus soluble dans l'alcool ; son point de fusion était 190°. Ce dernier, examiné au polarimètre en solution chloroformique, a pour indice $\alpha_D + 25.5$. La solution de ces deux derniers produits isolés dans une petite quantité d'anhydride acétique, donne avec quelques gouttes d'acide sulfurique une coloration rouge passant au brun. La partie de l'extrait alcoolique insoluble dans la ligroïne est isolée, reprise par l'alcool dont on précipite les résines par l'eau. Ce précipité est alors traité par le chloroforme ; il donne une solution (résine soluble dans le $CHCl^3$) et une partie insoluble que nous étudierons successivement (résine insoluble dans le chloroforme).

2) Résine soluble dans le $CHCl^3$. Produit amorphe ne contenant pas d'azote et qui n'est pas un glucoside. Sous l'action de l'acide chlorhydrique en solution alcoolique, elle donne une petite quantité d'un corps qui cristallise en aiguilles jaunes, très peu solubles dans l'alcool à froid, fondant entre 212-213°. Cette substance semble correspondre à l'anhydroderride de Sillevoldt, quoique très légèrement différente. En fusion avec la potasse, cette résine donne de l'acide acétique et valérianique mélangé à une petite quantité d'une substance se colorant en violet par Fe^2Cl^6 .

L'oxydation de la résine par NO^3H produit une petite quantité d'un acide cristallisé et dont la composition serait $C^{22}H^{44}O^2$, formule de l'acide béhemique. Il est d'ailleurs probable que ce dernier préexiste sous forme

de combinaison dans la résine. Les autres corps résultant de cette oxydation furent l'acide oxalique et une substance cristalline jaune pâle fondant à 170-172°.

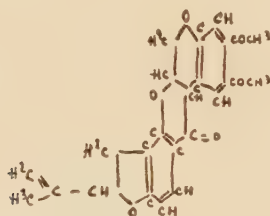
3° Partie de la résine insoluble dans le CHCl_3 . Poudre amorphe brun chocolat ne contenant pas d'azote. Sa solution alcoolique mousse beaucoup lorsqu'elle est agitée avec de l'eau. Chauffé avec 5 % d'acide sulfurique, le liquide filtré contient du glucose qui fut identifié par la formation de son osazone. Le résidu resté sur le filtre traité par le CHCl_3 lui abandonne une petite quantité d'une substance qui, après purification par l'alcool, cristallise en paillettes translucides, micacées, fondant à 230°. Il est évident qu'une portion de cette résine est constituée par un glucoside. En fusion avec la potasse, la portion de résine insoluble dans le chloroforme donne de l'acide acétique et protocatéchique. Oxydé par une solution alcaline à froid ou le permanganate de potasse seul, le produit cristallisé qui put être isolé a été l'acide oxalique.

Ces années dernières, des travaux très poussés sur la chimie du Derris ont permis d'isoler quatre principes actifs principaux : le roténone, le déguelin, la téphrosin et le toxicarol auxquels sont adjoints dans la racine des corps complexes : le dehydrorotenone, le dehydrodeguelin et l'isotéphrosine.

Roténone.

Le roténone ou tubatoxine, le plus actif et le plus abondant est maintenant bien connu ; sa constitution a été établie simultanément au début de 1932-1933 par trois laboratoires différents : La Forge et Haller, Bute-

naudt et Cartney, Miyajima et Ono, la priorité de cette découverte revenant à La Forge et Haller. Sa formule brute est $C^{23}H^{22}O^6$. Il est constitué par un noyau central de dihydropyrone, en liaison, d'une part avec un dihydrobenzopyrane et, d'autre part, avec une dihydrobenzopyrane. Il contient un groupement fonctionnel cétonique, deux fonctions méthoxyles, il n'est pas azoté.



A l'état pur il se présente sous forme de cristaux orthorhombiques incolores et transparents, fondant à 163° ; son pouvoir rotatoire spécifique dans le benzol est $\alpha_{D}^{20} -233^{\circ}$. Il est soluble dans la plupart des solvants organiques, mais à des degrés divers.

Voici d'après Jones et Smith les coefficients de solubilité du roténone dans divers solvants organiques à la température de 20° (22) :

100 cc. de chloroforme dissolvent	73 gr. 4
» » trichloréthylène dissolvent . . .	19 gr.
» » benzène dissolvent	8 gr. 5
» » acide acétique dissolvent	8 gr. 4
» » acétone dissolvent	6 gr. 8
» » toluène dissolvent	6 gr. 5

»	» tétrachlorure de carbone dis-	
	solvant	0 gr. 6
»	» éther dissolvant	0 gr. 4
»	alcool absolu dissolvant.....	0 gr. 2
»	» méthanol dissolvant	0 gr. 2

Cette solubilité augmente d'ailleurs avec la température. Dans l'eau il est pratiquement insoluble ; on peut cependant constater qu'une macération de racines dans l'eau donne une suspension colloïdale blanchâtre, au bout de quelques heures, probablement due aux résines et impuretés. Jones admet une solubilité d'environ 1/1.000.000.

La formation de cristaux de roténone dans le chloroforme s'accompagne d'une rétention de 22,25 % de solvant, dans le tétrachlorure de carbone de 27,5 % ; dans l'éther, l'acétone, l'alcool, il n'y a pas rétention de solvant. Avec l'hydroxylamine on obtient facilement une oxime et avec la phenylhydrazine une phénylhydrazine.

Le roténone (23) en solution alcoolique faiblement alcaline (*ph* 9-11) donne en dix à quarante minutes et à température ordinaire deux produits d'oxydation isomères : $C_{23}H_{22}O_7$, le roténolone I incolore, fondant à 138°, et le roténolone II incolore fondant à 210°. La formation de ces deux roténolones varie beaucoup avec les conditions de l'expérience, mais, en général, le roténolone I s'obtient en plus grande quantité et seule il donne une oxime fondant à 175°. Cette oxydation se produit d'ailleurs non seulement en présence d'un alcali faible, mais également en présence de sels neutres de

potassium ou de sodium, d'acides stéariques et palmiques. Si d'autre part on fait agir sur ces deux roténolones une solution alcoolique d'acide sulfurique, il se produit une déshydratation de la molécule avec formation d'un corps facilement cristallisable mais peu soluble dans divers solvants : le dehydroroténone $C_{23}H_{20}O_6$. Cette oxydation, puis cette déshydratation consécutives, ont servi à la détermination du roténone par la quantité de dehydroroténone formé ; il suffit seulement de laisser dans le milieu réactionnel alcalin les roténolones formés et de les chauffer en présence d'acide sulfurique. Par ébullition avec la potasse alcoolique en présence de poudre de zinc, il donne un dérivé oxygéné qui, après une nouvelle oxydation par H^2O^2 conduit à l'acide derrique $C_{12}H_{14}O_7$.

Sous l'action d'agents oxydants alcalins plus énergiques, le roténone donne l'acide tubaïque.

De cette facilité assez grande d'oxydation du roténone, on peut en déduire que toute suspension savonneuse de roténone est très instable et doit être évitée, car elle conduit rapidement et spontanément à la formation de roténonone à action physiologique très faible.

Exposé à l'air, le roténone se décompose lentement, mais il semble que l'oxydation soit beaucoup plus rapide au contact de la lumière et surtout des rayons violets et ultra-violets ; des expériences faites à ce sujet ont montré en effet une transformation beaucoup plus rapide du roténone à la lumière de l'arc qu'à la lumière solaire avec perte proportionnelle de toxicité. Nous reprendrons ces résultats dans l'étude toxicologique, mais nous pouvons affirmer dès à présent qu'il serait intéres-

sant d'employer certains antioxydants tels que l'acide tannique, l'hydroquinone pour réduire l'oxydation du roténone.

Le roténone peut être également hydrogène, en solution alcoolique faiblement alcaline et en présence de catalyseur au sulfate de Palladium et de Baryte, il donne, à côté du dihydroroténone $C_{23}H_{24}O_6$ insoluble dans les alcalis et fondant à 214° , une certaine quantité d'isodihydroroténone soluble dans les alcalis, fondant à 206° et se transformant par une nouvelle hydrogénation en tétrahydroroténone fondant à 210° , alors que le dihydroroténone ne subit aucune transformation.

La réduction catalytique du roténone avec le nickel donne 90 % de dihydroroténone en solution benzénique, 85 à 90 % dans l'acétate d'éthyle ou l'acétate de butyle, et 60 à 70 % dans l'acétone.

D'après Gersdorff (24), les composés dihydro produits par saturation de la double liaison dans la chaîne latérale par l'hydrogène, auraient une toxicité notablement plus forte que les dérivés non saturés.

Avec HCl et HBr, le roténone fournit des produits d'addition très actifs.

Déguelin.

Le déguélin, isomère du roténone, de formule $C_{23}H_{22}O_6$, se présente sous forme de paillettes vertes, fondant à 171° ; son pouvoir rotatoire selon Takei serait d'environ dix fois plus faible que celui du roténone $\propto \frac{20^{\circ}}{D} - 23^{\circ}$ dans le benzol. Il est soluble dans les solvants organiques et très peu dans l'eau. Par oxydation en solution alcaline de $Fe(CN)_6K_3$, il donne le déhydrodéguelin

$C_{23}H_{20}O_6$ fondant à 233° , que l'on trouve également à l'état naturel dans la racine de derris. Ce déhydrodéguelin, par une oxydation plus poussée en présence de solution alcaline et de CrO^3 , conduit au déhydrodéguelone $C^{23}H^{18}O^7$ jaune brillant, fondant à 292° et, par ébullition de trente minutes avec de la potasse alcoolique en présence de poudre de zinc, à 55 % d'acide déguelique $C_{23}H_{24}O_8$ fondant à 189° .

La réduction catalytique du déguelin conduit à un dihydrodérivé fondant à $173-174^{\circ}$.

Toxicarol.

Le toxicarol de formule empirique $C_{23}H_{22}O_7$ ne diffère du roténone et de son isomère le déguelin que par un atome additionnel d'oxygène. Il se présente sous forme de lamelles hexagonales vert jaune fondant à 218° ; ses caractères de solubilité sont très voisins de ceux du roténone. L'action de la potasse alcoolique conduit au déhydrotoxicarol fondant à $233-234^{\circ}$, tandis que sa réduction donne le dihydrotoxicarol.

Téphrosine.

La téphrosine $C_{23}H_{22}O_7$, isomère du toxicarol, cristallise en prismes courts et épais fondant à 198° . Son oxydation permanganique conduit à deux acides dicarboxyliques isomères.

Caractérisation des principes actifs. — Réactions.

Ces quatre principes actifs du Derris, très voisins de constitution, sont très difficiles à caractériser; seul le roténone, outre son point de fusion et son pouvoir

rotatoire spécifique, présente deux réactions qui permettent non de le définir mais de déceler sa présence.

Howard, Jones et Smith (25) indiquent de traiter un centimètre cube de solution acétonique de roténone avec un centimètre cube d' NO^3H et après douze à quinze secondes de diluer avec 9 cc. d'eau. Après addition de un centimètre cube d' NH^4OH concentré, une coloration bleue semblable à celle donnée par l'indicateur bleu au bromothymol au *ph* 7,2 se développe, mais elle a le désavantage d'être très fugace.

Une autre réaction assez sensible permet de reconnaître d'une façon fort simple si on se trouve en présence ou non d'une drogue contenant du roténone. Si l'on opère sur le roténone pur, il suffit d'en dissoudre environ 1 mgr. dans six à huit gouttes d'acide sulfurique sur un verre de montre pour voir apparaître une coloration jaune orangé intense qui, après addition de quelques cristaux de nitrite de soude, vire au brun foncé puis au violet rouge intense. Cette coloration obtenue au bout de quelques secondes rappelle d'une façon très nette celle de la vératrine, mais elle s'en distingue par le fait qu'elle ne présente pas le phénomène de la fluorescence à la lampe de quartz. Après une heure environ, la coloration passe au brun. La sensibilité de la réaction est de l'ordre du 1/10 de milligramme. Dans le cas où on opère directement sur la poudre de Derris, une prise d'essai d'environ 0 gr. 50 de cette poudre est portée à l'ébullition pendant quelques instants avec 5 cc. de chloroforme, puis filtrée ; une à deux gouttes du filtrat sont évaporées au B.M. sur un verre de montre. La réaction est alors effectuée sur le résidu comme il a été

indiqué précédemment. Il est à remarquer que la coloration obtenue avec SO_4H^2 n'est pas spécifique, car la plupart des extraits résineux donnent des colorations semblables et parfois avec le Derris lui-même la coloration est jaune brune ; elle peut même être brun noire lorsque la teneur en roténone est élevée. Il faut alors une bonne agitation en présence de nitrite de soude pour que la nuance rouge violette remplace la teinte brun noire, mais de toutes façons, ce qui est décisif c'est la teinte violette obtenue après addition de nitrite. Le déhydroroténone, le déhydrodéguelin et l'isodihydro-déhydroroténone donnent des colorations semblables. Nous voyons donc que cette méthode fournit un point d'orientation très net, à savoir que lorsque la réaction ne se produit pas, on peut en conclure que le roténone est absent.

Dosages du roténone.

L'activité insecticide d'une poudre de Derris et, par là même sa valeur commerciale, dépendent exclusivement de sa teneur en principes actifs et particulièrement en roténone. Il est donc d'un intérêt primordial de pouvoir effectuer des titrages précis et sûrs ; or nous allons voir qu'il n'existe actuellement aucune méthode susceptible de donner des résultats rigoureux.

De nombreux procédés ont été employés : dosages pondéraux des principes actifs soit purs, soit à l'état de méthoxyles, dosages pondéraux de l'extrait éthéré, dosages polarimétriques, dosages colorimétriques ; tous se sont heurtés à la grosse difficulté du complet épuisement de la poudre. Avant chaque dosage certaines

précautions sont à envisager ; d'abord la confection d'un échantillon moyen prélevé sur des racines de grosseurs différentes, car on a prétendu que les racines fines étaient plus riches que les grosses et qu'elles avaient leur teneur maxima en roténone vers le vingt-quatrième mois. Un autre point pouvant également influencer sur le résultat porte sur l'état de pulvérisation, une poudre fine s'épuisant beaucoup plus rapidement et plus à fond qu'une poudre grossière. Il serait bon de fixer ainsi un degré de ténuité. Koolaas propose le tamis n° 80.

a) *Dosages pondéraux.*

Les méthodes de dosage pondérales préconisées en général par les industriels français donnent théoriquement des résultats exacts, mais elles ont l'inconvénient d'être longues et très minutieuses et, pratiquement, les causes d'erreur pouvant se produire au cours des manipulations ne les rendent guère plus sensibles que les évaluations colorimétriques ou polarimétriques.

Elles sont basées sur l'extraction du principe actif par un solvant neutre, sa purification, sa cristallisation et sa pesée.

1) Méthode selon Takei, Miyajima et Ono (26).

D'après ces auteurs, 50 gr. de poudre sont traités par l'éther jusqu'à épuisement total. L'extrait éthéré obtenu est concentré par évaporation, le roténone cristallisé est séparé par succion et le filtrat est évaporé. Une partie est oxydée en solution alcaline avec de l'oxygène et fortement acidulée. Par agitation avec de l'éther et de l'eau, on sépare le déhydroroténone et le déhydrodégue-

lin, on les essore, et une partie du mélange déhydro est agitée avec du sulfate de baryum palladium dans une atmosphère d'hydrogène. Par une filtration ultérieure, le déhydrodéguelin non modifié reste sur le filtre ; dans le filtrat se trouve l'isodihydrodédhydroroténone. Comme les poids moléculaires restent pratiquement les mêmes, on détermine de cette façon à la fois le déguelin et le roténone. Ce dosage assez sûr au point de vue théorique est très compliqué et demande beaucoup de temps. Il exige de plus un appareillage compliqué. Les valeurs obtenues par Takei et ses collaborateurs montrent d'autre part que la résine après épuisement contient encore une forte proportion de roténone. Il convient donc de n'accorder qu'un intérêt relatif à cette méthode car, en plus de ses grosses difficultés de réalisation, elle n'offre aucun avantage de précision.

2) Une autre méthode basée également sur la faible solubilité du roténone dans l'éther à basse température (100 cc. d'éther dissolvent 0 gr. 4 de roténone à 20°), a été proposée par divers auteurs.

On épuise complètement à l'éther au moyen du Soxhlet une quantité de 100 gr. de poudre exactement pesés. On réduit à 25 cc. et on transvase dans une capsule de 125. Le récipient initial est lavé avec trois fois 5 cc. d'éther. Le tout réuni est réduit à nouveau à 25 cc. On abandonne environ un jour à la cristallisation. Pour activer celle-ci, on frotte de temps en temps les parois avec un agitateur en verre. Le roténone est passé au filtre de Gooch taré, muni d'un disque de papier filtre et lavé avec 10 cc. environ d'éther froid employé

par petites portions. On sèche alors à l'étuve à 100° et on pèse.

Cette méthode à l'éther donne des valeurs satisfaisantes, mais le roténone se sépare souvent à l'état résineux lors du refroidissement de la solution éthérée, de sorte que la filtration est impossible ; l'amorçage au moyen de cristaux de roténone pur ne conduit à de meilleurs résultats que dans des cas isolés.

3) La méthode de Jones (27) basée sur le même principe utilise comme solvant le tétrachlorure de carbone.

Cinquante grammes de poudre de Derris passée au tamis n° 20 sont épuisées au Soxhlet pendant huit à dix heures. L'extrait obtenu est concentré par évaporation jusqu'à 25° à 50°, puis abandonné au repos pendant vingt-quatre heures à 0° pour permettre la cristallisation. Il est alors filtré par succion au creuset de Gooch ; les petits cristaux en aiguille, recueillis sur le filtre, sont lavés avec 10 cc. de CCl₄ glacial, séchés à l'air à température ambiante (une nuit suffit généralement), puis pesés. La cristallisation se faisant avec rétention d'une molécule de CCl₄, pour avoir la correspondance en roténone il suffit de multiplier le poids des cristaux par 0,719. Cette méthode relativement simple donne de bons résultats, mais elle ne permet cependant pas l'extraction totale du roténone et l'entraînement de matières extractives rend souvent difficile la cristallisation. De plus, le roténone obtenu n'est pas tout à fait pur ; son pouvoir rotatoire n'est souvent que 80 à 90 % de celui du produit pur, et son point de fusion varie également de 110° à 153° au lieu de 163°. On peut en conclure

cependant que les résultats obtenus sont satisfaisants pour des teneurs en roténone d'au moins 0,5 %, bien que dans l'ensemble légèrement faibles.

4) Pozzi Escot (28), mettant à profit cette combinaison moléculaire du roténone tétrachlorure de carbone, préconise une méthode en tous points semblable à celle de Jones ; il la préfère aux autres bien qu'il lui reconnaisse cependant une certaine imprécision par défaut.

5) Une autre variante de la méthode est donnée par J. Chevalier et M. Chevalier (29). Elle repose à la fois sur l'extraction au CHCl_3 préconisée par Rowaan et la cristallisation dans le CCl_4 .

La poudre est épuisée à fond au Soxhlet par le chloroforme (100 cc. de chloroforme dissolvent 73 gr. 4 de roténone), qui est ensuite distillé et évaporé à sec dans un courant d'air chaud avec acide carbonique pour éviter toute oxydation et coloration du roténone. L'extrait obtenu est repris par le CCl_4 à chaud (environ 25 cc.). On fait cristalliser par refroidissement au bout d'une dizaine d'heures, on filtre les cristaux dans un petit creuset de Gooch taré, on lave les cristaux dans une petite quantité de tétrachlorure de carbone saturé de roténone, et on laisse sécher à une température ne dépassant pas 40° . Le poids des cristaux multiplié par 0,719 donne le poids de roténone présent dans 50 gr. de racine. Si les cristaux sont colorés, on les fait redissoudre dans l'alcool chaud ; on filtre, on lave le filtre avec un peu d'alcool chaud et on laisse cristalliser ; on enlève la liqueur mère, on lave avec 5 cc. d'alcool froid. On laisse

sécher à l'air, puis à l'étuve, jusqu'à poids constant. Pour chaque centimètre cube d'alcool utilisé, on ajoute 0 gr. 002 au poids des cristaux secs.

6) L'acétone a été également utilisé en employant la même technique, mais le roténone se sépare alors très difficilement de l'extrait.

7) R.-S. Cahn et J.-J. Boan (30) recommandent l'extraction au trichlorure d'éthylène; ils procèdent de la façon suivante : la poudre de Derris est passée au tamis de cinquante mailles après avoir été desséchée dans un dessiccateur à vide jusqu'à ce que sa teneur en eau soit de 5 %. On en soumet alors à l'épuisement au trichlorure d'éthylène bouillant une quantité suffisante pour donner 5 à 10 gr. d'extrait. Après huit heures, on renouvelle le solvant et on continue l'extraction encore quatre heures. Si la solution obtenue a une coloration jaune prononcé, on prolonge l'opération avec du solvant frais pendant quatre nouvelles heures. On réunit toutes ces solutions, on les filtre au besoin et on évapore jusqu'à ce que l'extrait s'épaississe. On laisse passer un courant d'air à travers le flacon contenant l'extrait, et on chauffe. Lorsque l'odeur du solvant a disparu, on pèse le flacon et on détermine ainsi la quantité approximative de la résine. On la dissout alors rapidement dans deux parties de tétrachlorure de carbone chaud saturé de roténone, onensemence de quelques cristaux et on laisse reposer jusqu'au lendemain. On filtre alors dans un creuset de Gooch recouvert de papier filtre, on lave les cristaux avec du CCl_4 saturé de roténone jusqu'à ce que le filtrat soit presque incolore

et on sèche jusqu'à poids constant ; le poids des cristaux multiplié par 0,719 donne la quantité de roténone. Si la résine est pauvre en roténone, on dissout 1 gr. de roténone et 4 gr. de résine de *Derris elliptica* dans 10 cc. de tétrachlorure de carbone. On laisse reposer la solution jusqu'au lendemain et on opère comme ci-dessus. D'après les auteurs, cette méthode donnerait des résultats plus exacts et plus constants que celle au CCl_4 qui vraisemblablement conduit à des valeurs trop faibles, l'épuisement dans le cas présent étant poussé à fond grâce à la grande solubilité des principes actifs dans le trichloréthylène.

Nous avons déjà établi que le roténone n'était pas seul toxique dans la poudre de Derris et que l'extrait total groupait un ensemble de principes qui, englobés dans la résine, contenait à eux seuls toute l'activité. Il semblerait donc utile de tenir compte de ce facteur et de déterminer parallèlement à la teneur en roténone, celle en extrait sec.

8) La teneur en extrait éthéré paraît généralement être adoptée. Elle peut s'effectuer de la façon suivante : on pèse exactement 5 gr. de racine finement pulvérisée et on les extrait au soxhlet avec de l'éther à une température juste suffisante pour maintenir l'éther en ébullition. La durée de l'extraction est de deux fois douze heures. L'extrait éthéré est filtré, évaporé, séché à l'étuve jusqu'à poids constant à 100°, puis pesé.

On a proposé également un épuisement au trichloréthylène en opérant comme précédemment.

Il n'est pas douteux que l'évaluation en extrait sec soit plus rapidement effectuée et sujette à moins

d'erreurs de manipulation que celle du roténone ; elle peut donc, dans beaucoup de cas, donner des indications précieuses sur la valeur d'une poudre de derris, mais elle ne peut cependant le remplacer car il n'y a pas proportionalité entre le pourcentage en principes résineux et celui en roténone (31).

9) Tattersfield et Rood (32), se basant sur le fait que le roténone possède deux groupements OCH^3 ont établi une méthode de détermination méthoxylique dans l'extrait de Derris. Ils opèrent de la façon suivante : 5 gr. de poudre sont extraits par un épuisement complet au soxhlet avec du benzène. La solution benzénique est transférée quantitativement dans le flacon de l'appareil pour la détermination méthoxylique de Zeissel et séparée au B.M. d'avec le benzol. Afin d'éliminer les derniers restes de benzol, on fait sécher à 100° le flacon avec son contenu tout en insufflant de l'air (séchage d'une demi-heure). Après l'addition de 10 cc. d'acide iodhydrique d'un poids spécifique de 1,7, le mélange réactionnel est chauffé pendant deux heures dans un appareil de Zeissel en présence d'un courant d'acide carbonique. L'iodure de méthyle qui passe est décomposé dans 50 cc. d'une solution de nitrate d'argent alcoolique à 5 %. L'iodure d'argent formé dans le premier récipient est chauffé avec beaucoup d'eau, recueilli quantitativement dans un creuset filtrant en verre, séché à 100° et pesé. Le roténone contenant dans sa molécule deux groupements méthoxyliques, une molécule d'iodure d'argent fixée correspondra à une demi-molécule de roténone. le résultat final sera donc obtenu en divisant le chiffre

trouvé par deux. Cette méthode donnerait des résultats intéressants si, dans l'extrait résineux de Derris, le roténone était seul à posséder des groupements méthoxylés. Or, il a été établi que tous les autres principes actifs de valeur insecticide beaucoup plus faible en possédaient également. Ils sont représentés dans la résine en quantité moindre, bien que Takei admette cependant des teneurs approximativement égales en roténone et déguelin. De ce fait, on comprend toute l'imprécision de la méthode qui met sur le même pied d'égalité des corps à activité beaucoup plus faible et, commercialement, de moindre valeur.

b) *Dosages polarimétriques.*

La détermination polarimétrique de la teneur en roténone d'une poudre repose sur l'activité optique bien prononcée du roténone (pouvoir rotatoire spécifique $\alpha \frac{20^\circ}{D}$ dans le benzol — 233°). Elle n'est que peu influencée par celle du déguelin qui posséderait une activité environ dix fois plus faible ($\alpha \frac{20^\circ}{D}$ dans le benzol — $23^\circ 2$) et celle d'autres substances telles que le dihydrodésoxyroténone qui sont quantitativement négligeables. Danckworth, Budde Baumgarten (33) indiquent d'opérer de la façon suivante : on fait digérer pendant vingt-quatre heures dans 30 cc. de benzène et à température ambiante 3 gr. de la drogue finement pulvérisée. La solution benzénique filtrée est polarisée au tube de 100 mm. La teneur en roténone est donnée par la formule :

$$\frac{\alpha \times 100}{233} = \text{roténone } \%$$

dans laquelle α = rotation lévogyre lue en degrés.

Il arrive parfois que la coloration de la résine entraînée empêche la lecture polarimétrique ; or une addition de 2 % de charbon absorbe en partie le colorant et ne nuit pas au dosage. Des quantités supérieures de charbon diminueraient sensiblement l'activité optique.

Les auteurs ont effectué des dosages polarimétriques sur divers échantillons de Derris ; ils les ont comparés à ceux obtenus par les méthodes de cristallisation au CCl_4 de Jones au chloroforme, et à l'éther de Takei. Leurs résultats furent toujours supérieurs.

En tenant compte du fait que le déguelin est d'une toxicité environ dix fois plus faible que celle du roténone et que son activité optique est également environ dix fois moindre, nous pouvons dire que la méthode polarimétrique fournit la possibilité de déterminer à la fois le roténone et le déguelin dans un rapport correspondant à son effet.

Les valeurs obtenues en déduisant 10 % aux résultats polarimétriques se rapprochent alors sensiblement de celles par cristallisation.

marques des racines	Teneur en roténone		polarisation
	d'après Jones	crist. CHCl_3 ether	
<i>Castring</i>	7,86 %	7 %	9,40 %
<i>Sablas</i>	6,95 %	6 %	8,84 %
<i>Techow</i>	2,33 %	0,25 %	4,29 %
<i>Malaïsch</i>	3,39 %	3,7 %	3,86 %

c) Dosages colorimétriques.

C.-R. Gross et Smith (34) indiquent une estimation colorimétrique du roténone. Ils procèdent de la façon suivante : 2 cc. de solution acétonique de poudre con-

tenant 0 mgr. 05 à 0 mgr. 30 de roténone par centimètre cube, sont mis dans un tube à essai en présence de 2 cc. de solution alcoolique de potasse fraîchement préparée (10 gr. de KOH + 100 cc. d'alcool à 95°); le tout est plongé dans un bain d'eau à 20° pendant deux minutes exactement. On additionne 6 cc. de réactif nitrique de nitrite de soude (un volume d' NO^3H concentré + un volume de solution aqueuse de nitrite de soude par litre). On mélange rapidement et on refroidit à 20° par agitation pendant quinze minutes pour développer la coloration au maximum; dans les trente minutes suivantes on compare la couleur avec celle d'étalons préparés au même moment à partir de quantités connues de roténone pure. Des solvants autres que le roténone ne conviennent pas; de plus la réaction ne se produit pas en présence de beaucoup d'eau, et il importe de ne pas laisser plusieurs heures l'acide azotique en contact avec les solvants organiques, car une réaction violente peut se produire.

La méthode semble ne pouvoir recevoir aucune application pratique, car elle donne des valeurs 50 à 100 % supérieures à celles obtenues par gravimétrie, excès qui est dû au déguelin et peut-être à d'autres produits non identifiés sensibles également à la réaction.

Le dosage colorimétrique employé au laboratoire du Gouvernement général de l'Algérie d'après la méthode américaine donne de meilleurs résultats; il ne semble pas cependant que l'on puisse lui accorder toute confiance. Il s'effectue en milieu acétonique.

La solution témoin doit contenir de 0 mgr. 1 à 2 mgr. de roténone pur par centimètre cube. Une solution

à 1 mgr. par centimètre cube convient bien au dosage. La solution à comparer se fait avec 10g r. de produit dans 100 cc. d'acétone. Agiter. Filtrer après une demi-heure de contact. Mettre dans des tubes de 2, 5, 10, 15 cc. de solution à doser; décolorer au charbon. Rincer et compléter avec de l'acétone au même volume, 20 cc. par exemple. Mettre dans d'autres tubes 2, 5, 10, 15 cc. de solution témoin. Compléter comme ci-dessus à 20 cc. avec acétone. Ajouter à chaque tube : 5 cc. de solution acétonique de thymol (10 gr. de thymol pour 100 cc. d'acétone) + 0 cc. 1 d'une solution à 3 % d'eau oxygénée officinale (10 à 12 vol.) + 5 cc. d'acide chlorhydrique concentré.

La teinte violet rouge se développe quelquefois instantanément, quelquefois avec un peu de retard suivant les échantillons. Elle est stable au bout de deux à trois heures. On compare alors au colorimètre. Les meilleurs lectures se font pour des doses de 5 à 15 mgr. par prise d'essai.

De l'étude de ces diverses techniques de dosage, il résulte qu'aucune d'entre elles ne puisse donner actuellement des résultats précis au point de vue teneur en roténone. Nous donnerons cependant la préférence à celles utilisant l'extraction du produit soit par le trichloréthylène, soit par le chloroforme, puis la pesée après cristallisation et combinaison moléculaire avec le CCl_4 , bien que de légères pertes soient inévitables au cours de la manipulation et que les résultats soient un peu inférieurs aux résultats théoriques. Les méthodes polarimétriques et colorimétriques plus rapides ne peuvent donner que des valeurs approximatives, car

elles ne sont pas spécifiques du roténone ; elles dosent à la fois des corps qui existent dans la poudre dans des proportions non déterminées.

Une méthode standard paraît donc nécessaire pour éviter toutes constelations commerciales possibles. La détermination polarimétrique serait, semble-t-il, intéressante parce que rapide et simple, à condition cependant qu'il y ait entente sur l'interprétation des résultats.

Des essais physiologiques peuvent être également envisagés en raison de la complexité des principes actifs ; Shepard et Campbell (35) ont ainsi déterminé la dose tuant le gramme poids vif chez le vers à soie. La dose toxique qui est en général constante chez la souris, le cobaye, le poisson ou l'insecte, donneraient des renseignements utiles sur la valeur d'une poudre, mais de toute façon, la précision ne serait guère améliorée.

Méthodes d'extraction du roténone.

Nous avons vu, d'après les essais d'isolement effectués par Creshoff en 1890, et par F.-B. Power, toutes les difficultés rencontrées dans l'extraction des principes actifs.

De nombreuses méthodes ont été proposées ces dernières années. Toutes reposent sur le même principe : épuisement de la poudre par un solvant organique, concentration de l'extrait résineux obtenu, séparation des principes actifs de cette résine basée sur la différence de leur coefficient de solubilité dans un solvant organique déterminé, cristallisation.

1) *Méthode d'extraction à l'éther de Koolhaas* (36). — La poudre est traitée par l'éther, l'extract est concentré par évaporation très poussée, les cristaux placés dans une capsule métallique refroidie à la glace sont centrifugés, séparés par succion. Le point de fusion des cristaux doit être supérieur à 120° ; dans le cas contraire on répète le traitement à l'éther jusqu'à ce que le point de fusion soit atteint.

Cette méthode comporte des détails assez compliqué et exige un temps relativement long.

2) *Méthode de Takei, Miyajima et Ono déjà décrite pour le dosage du roténone*. — Elle repose comme la précédente sur la faible solubilité du roténone dans l'éther, mais elle est difficilement réalisable, car [le roténone se sépare souvent à l'état résineux lors du refroidissement de la solution éthérée, ce qui rend la filtration impossible ; de plus, l'épuisement définitif n'est jamais total.

3) *Méthode d'extraction au tétrachlorure de carbone de Jones*. — L'auteur utilise comme solvant le tétrachlorure de carbone. La poudre passée au tamis n° 20 est épuisée au soxhlet pendant huit à dix heures. L'extract obtenu est concentré et laissé au repos de dix-huit à vingt-quatre heures pour permettre la cristallisation. Les petits cristaux en aiguille déposés sont filtrés par succion au creuset de Gooch, puis lavés avec du CCl_4 glacé. Ils sont alors séchés à l'air à température ambiante. Ils donnent un produit stable et la perte du solvant de cristallisation est insignifiante.

Le CCl_4 a l'avantage de solubiliser plus rapidement le roténone que l'éther, et de permettre une séparation plus rapide et plus sélective. Il évite d'autre part tout danger d'inflammation, mais a l'inconvénient d'être très toxique.

4) L'acétone a été également utilisé, mais il est difficile de séparer le roténone de l'extrait.

5) *J. Chevalier et M. Chevalier signalent une méthode d'épuisement au chloroforme.* — La poudre de Derris préalablement desséchée est extraite au Soxhlet jusqu'à épuisement complet. Le solvant est distillé et évaporé à sec dans un courant d'air chaud avec acide carbonique, en évitant la forte chaleur et l'oxygène, ce qui pourrait déterminer l'oxydation et la coloration du roténone. L'extrait obtenu est repris par le CCl_4 à chaud et mis à cristalliser par refroidissement. Au bout d'une dizaine d'heures, on filtre sur creuset de Gooch. On lave les cristaux avec une petite quantité de CCl_4 saturé de roténone et on laisse sécher à une température ne dépassant pas 40° . Si les cristaux sont colorés, on les fait redissoudre dans l'alcool chaud ; on les laisse à nouveau cristalliser puis sécher.

Danckworth et Budde (37) emploient également le chloroforme pour l'extraction, mais ils reprennent le résidu par l'éther en vue de la cristallisation.

Le chloroforme est bien un excellent solvant du roténone (73 gr. 4 % à 20°), mais l'industrie ne peut l'adopter en raison de son prix élevé. Elle semble lui préférer aujourd'hui le trichlorure d'éthylène, bon solvant également (19 % à 20°), mais de prix de revient moins élevé.

L. Danzel, dans le BSP de février 1937 signale tout l'intérêt qu'il y aurait à stabiliser les racines de Derris, ce qui offrirait de gros avantages sur les méthodes précédentes :

1° destruction immédiate des oxydases qui n'auraient pas le temps d'agir sur le roténone, d'où meilleure conservation du produit ;

2° activité maxima et régulière ;

3° possibilité d'un dosage effectué dès la stabilisation, sans variation de valeur jusqu'à utilisation.

La stabilisation, d'autre part, doit être faite immédiatement après la récolte. Elle ne peut donc s'effectuer que *dans le pays d'origine*, ce qui exige une certaine adaptation industrielle à la méthode. Actuellement, l'extraction donnant les meilleurs résultats semble être celle par le trichloréthylène au Soxhlet avec cristallisation dans le tétrachlorure de carbone.

CHAPITRE V

ETUDE PHYSIOLOGIQUE

L'action du Derris vis-à-vis des divers animaux à sang froid et plus particulièrement des insectes a donné lieu à de nombreuses expérimentations. Les résultats ne concordent pas toujours, ils sont parfois même assez divergents, nous ne mentionnerons donc seulement ceux qui, puisés dans la bibliographie nous ont paru les plus intéressants et les plus exacts.

Le Derris semble avoir été primitivement utilisé dans son pays d'origine : l'Extrême-Orient, pour la destruction des parasites phytophages ; il l'était sous forme de macérations de racines dans l'eau ou de poudres grossières incorporées dans de l'argile desséché ; des résultats intéressants étaient obtenus ; or, nous allons voir par l'action même du produit sur l'insecte toute l'insuffisance de tels procédés et combien actuellement le rendement obtenu est maxima grâce à des instruments perfectionnés de broyage et de pulvérisation.

Nous noterons successivement l'action du Derris sur les parasites des végétaux, des animaux et sur divers autres parasites ne pouvant se classer dans ces deux catégories.

Action du Derris sur les parasites des végétaux. — Aphis.

Nous relevons dans le N. J. Agric. Expts Sta. Circ. les résultats obtenus par M. Ginsburg (38) relativement aux Aphis : le roténone ou les extraits de Derris sont

un poison actif pour les insectes suceurs et broyeurs, particulièrement les Aphis et ne sont pas toxiques pour les plantes ; des préparations contenant 5 % de roténone et 2 % d'extraits acétonique sont dilués dans 100 galons d'eau pour les pulvérisations, des poudres de racines fines contenant approximativement 3 % de roténone peuvent être également utilisées après incorporation dans 4. à 5 parties de matières inertes. Des pulvérisations fréquentes sont nécessaires car le roténone se décompose rapidement au soleil et perd en peu de jours ses propriétés toxiques.

Altises

Les Altises sont de tous petits insectes ayant l'aspect général d'une puce. F. R. Petherbridge et I. Thomas (39) préconisent pour lutter contre eux-la poudre de Derris : on a essayé différents produits insecticides pour détruire les invasions d'altises (*Phyllotreta*) dans les semis de choux, invasions qui certaines années font de très grands dégâts ; on a obtenu les meilleurs résultats avec de la poudre de Derris contenant 0,2 % de roténone moyenne ou légère (il faut une quantité moindre de cette dernière, environ 340 gr. à l'are pour des raies distantes de 75 cm.), l'application de la poudre se fait 4 à 5 jours après l'ensemencement puis dès la levée ; répéter le traitement tous les 3 ou 5 jours suivant le temps et l'importance de l'attaque, surveiller attentivement les planches, une attaque grave pouvant se faire par beau temps en une demi journée.

Thrips, Charençons, Cryocères, Bruches, Crops sont également sensibles au Derris.

Doryphore

Contre le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*) de la pomme de terre qui vient d'envahir le sud-ouest de la France des applications de poudre de Derris diluées dans 10 à 20 parties de poudres inertes ou en suspension à raison de une livre pour 60 à 500 litres d'eau se sont montrées très efficaces non seulement sur les insectes eux-mêmes, mais aussi sur leurs larves qui sont tuées dans des proportions de 80 % (40). Il résulte d'essais pratiques que l'utilisation de produits contenant $\frac{1}{250.000}$ de roténone donne une protection suffisante bien que l'action soit lente. Parfois cependant de tels produits exercent une action répulsive sur les grosses larves qui sans être détruites pénètrent prématurément en terre pour s'y transformer en insectes parfaits. Tous les cultivateurs s'accordent néanmoins à reconnaître aux poudrages de grands avantages pratiques dont le principal est la rapidité, ce qui permet d'exercer les traitements au moment le plus favorable et d'enrayer en temps voulu l'invasion.

Chenilles.

Vis-à-vis des chenilles les essais effectués par H. C. Hekett ne concordent pas exactement avec les nôtres : « La poudre de Derris diluée avec de l'argile pour donner une poudre contenant 0,5 % de roténone est active contre trois espèces de chenilles du chou (Pieris rapae, Plutella maculipennis, Autographa brassicae). Quatre applications à 15 jours d'intervalle pendant une période de 10 semaines étaient aussi actives que 5 à 7 applications à de faible intervalles. Cette poudre était aussi

active que des poudres contenant 1% de roténone, mais des poudres contenant 0,33% de roténone étaient moins actives. Des pulvérisations à base d'extrait acétoné contenant du roténone étaient moins actives que les poudres, une dilution de $\frac{1}{10.000}$ était aussi active que celle au $\frac{1}{15.000}$. Du savon, du lait écrémé en poudre, du pétrole étaient d'une valeur égale comme liquide d'aspersion ». Il faut compter 1 kg. de produit pour 1.000 plants. Hekett (41) accorde une valeur plus grande aux poudrages alors que nos résultats obtenus avec les extraits se sont révélés très satisfaisants, cette divergence de vue provient uniquement des conditions d'expérience ; dans notre cas les chenilles ont reçu directement la poudre ou les gouttelettes d'émulsion d'extrait, alors que dans ses essais, elles ont pu y échapper partiellement ou n'entrer en contact qu'après altération de l'émulsion.

Bombyx mori.

Nous donnerons à titre documentaire seulement les toxicités relatives du roténone et des produits voisins sur le *Bombyx mori* car elles ont servi à des évaluations de teneur en principe actif de la drogue (42). La dose moyenne lethale mgr./gr. de poids d'animal est la suivante :

Roténone	0,003
Dihydroroténone	0,01
Deguelin	0,01-0,012
Tephrosine	0,03-0,006

Toxicarol, derritol, rotenol, dehydrorotenone et acide tubaïque sont beaucoup moins toxiques. Les dérivés

du roténone sont dans l'ensemble moins toxiques que lui-même.

Byturus tomentosus.

Au sujet du *Byturus tomentosus* du framboisier et du groseillier quelques observations de destruction par le Derris ont été effectués par W. Steer (43). Des pulvérisations appliquées 10 jours après l'apparition des premiers œufs et à nouveau une semaine à 12 jours plus tard, donnèrent une destruction très effective, l'infestation fut réduite en moyenne de 66,3 à 14,6 % pour les groseilliers et de 78,3 à 5,6 % pour les framboisiers.

Des essais effectués en Champagne sur *Pyrales*, *Endomys*, *Cochylis* se sont également montrés assez satisfaisants.

Action du Derris sur les parasites des animaux.

a) *Externes.*

Paul Gilmer dans une brochure publiée avec l'approbation de la « Minnesota Agricultural Experiment Station » s'était déjà attaché à montrer tout l'intérêt qu'il y avait à l'appliquer aux parasites du rat, du chat, du chien, du poulet. Ses expériences furent entreprises, les unes, avec des poudres de derris seules, nous les mentionnerons, les autres, avec des poudres additionnées d'autres substances également insecticides, nous les laisserons de côté puisque l'action du derris y est masquée.

Poux.

Des rats blancs infestés de poux communs du rat : *Polyplax spinulosus* Burm. reçurent chacun une série

de pincées de poudre de derris pure, deux sur le dos, une sur le ventre et deux petites sur les flancs, toutes étaient appliquées de façon à ce qu'il se produise une bonne imprégnation dans le poil. Les résultats ne se firent pas attendre : le derris agit avec une rapidité et une toxicité surprenantes, débarrassant les animaux de leurs parasites en quelques heures, ordinairement de 3 à 5 heures. Les doses employées ne furent cependant pas sans effet sur les rats eux-mêmes qui en se léchant absorbèrent des quantités appréciables de poudre leur causant la mort au bout de 3 à 4 jours après des phénomènes de diarrhée, sécheresse des muqueuses, respiration accélérée, fièvre élevée et amaigrissement sensible. Un rat n'ayant reçu que trois pincées seulement fut moins incommodé mais ne devint jamais vigoureux.

Puces.

La même poudre fut employée, mais plus parcimonieusement sur un chat adulte dont la fourrure était envahie de puces « *Ctenophalus felis* ». Peu de temps après l'application aucune trace de puces ne put être relevée ; l'animal lui-même ne sembla pas beaucoup incommodé, il n'avait pas de signe de diarrhée aussi prononcés que les rats, mais seulement quelques symptômes d'un état fiévreux avec sécheresse du nez et désir de boire, 48 heures après, il était complètement rétabli. Il n'a pas été possible d'évaluer exactement la poudre utilisée en raison des pertes inévitables au moment de l'emploi, mais on peut estimer que le chat en reçut des doises environ de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de celles des rats.

Un jeune chien de petite taille sur lequel pullulaient les puces : « *Ctenophalus canis* » fut débarrassé très rapidement de ses parasites après application de bonnes pincées de poudre sur le dos, le ventre et les flancs. Les puces recueillies sur un papier où elles ne tardèrent pas à tomber paralysées, semblèrent se rétablir un instant pendant lequel elles firent des efforts pour ramper mais elles moururent peu après. Absolument aucun effet nocif ne fut noté chez l'animal.

Sur le poux du poulet « *Menopon biseriatum* » l'auteur note l'activité de la poudre de Derris mais ne donne aucun détail sur sa façon d'opérer. Nous reprendrons donc l'expérience.

De ces divers résultats obtenus par P. Gilmer vis-à-vis des puces et des poux nous pouvons en déduire :

1) que la toxicité du Derris est considérable pour de tels parasites,

2) qu'elle n'est pas nulle pour les animaux à sang chaud,

3) qu'elle n'est pas proportionnelle aux doses employées puisque des quantités très faibles se sont montrées aussi efficaces que de plus fortes.

D'où l'intérêt qu'il nous a paru de ne pas utiliser la poudre pure mais de la diluer dans une poudre inerte appropriée, de façon à augmenter les surfaces de contact pour l'insecte sans accroître la toxicité pour l'animal parasité.

Hypoderme.

Nous mentionnerons encore un article de E. A. F. Baudet et E. de Boer relatif à la destruction de la larve

de l'Hypoderma bovis à l'aide d'extraits aqueux de poudre de Derris : « Les auteurs rapportent qu'ayant obtenus d'excellents résultats pour la destruction de la larve chez le bétail par l'usage d'extraits aqueux de poudre de Derris facilement applicables, il fut trouvé que dans beaucoup de cas un simple lavage était suffisant tandis qu'une seconde application quelques jours plus tard détruisait toutes les larves qui étaient sorties sur la peau. De bons résultats furent aussi obtenus par l'usage d'une application d'un produit à 2% de roténone ».

b) *Internes.*

En ce qui concerne l'application du Derris à la destruction active des parasites internes des animaux, son principe actif le roténone s'est révélé très toxique mais, comme nous le verrons plus loin, non dénué de toute nocivité pour les animaux à sang chaud, son usage devra donc être judicieux et surveillé. D. B. Crane (45) prétend avoir obtenu de bons résultats : « Comme dans le cas des autres vermicides, le roténone est plus actif quand il est donné après une période de jeûne qui est optima entre 18 h. et 24 h. à la dose de 0 gr. 05 par kilogr. de poids d'animal, il est actif contre le tenia à crochets du chien, l'ankylostome, le Toxascaris limbata et le Belascaris marginata, il le serait moins vis-à-vis du vers solitaire, des coccidées du chien mais à ce sujet des observations plus nombreuses seraient nécessaires avant d'émettre des conclusions exactes. Dans 11 des 13 cas où il fut employé contre la gale, le roténone amena une guérison extraordinairement rapide,

les deux autres cas nécessiterent seulement le temps que mettent les médicaments généralement utilisés ».

Action du Derris sur les parasites divers.

A côté des parasites des végétaux et des animaux que nous venons d'étudier il en existe d'autres qu'il est difficile de classer dans l'une ou l'autre de ces catégories, ce sont les mouches, les moustiques, les mites, les cafards, les arraignées.

Mouches.

Des diverses notes que nous avons pu relever relatives aux essais effectués sur les mouches toutes mentionnent l'emploi du kérosène comme solvant des principes actifs, or le kérosène étant lui-même très toxique, l'action du Derris est masquée, Henry H. Richardson (46) reconnaît cependant que le liquide extractif est plus toxique que le solvant lui-même. Des racines de Derris pulvérisées contenant 2.9% de roténone furent extraites par du Kérosène (23 gr.8 de poudre pour 100 cc. de solvant). L'extrait de Derris se révéla plus rapidement actif sur la mouche de maison (*Musca domestica*) que le kérosène seul et la mortalité après 24 h. fut nettement plus élevée, elle dura même trois jours.

Cafards.

Dans la lutte contre les cafards Lapparent (47) avec une poudre de Derris mélangée à la dose de 10% à de la fécule fine de pomme de terre a eu des résultats supérieurs à ceux obtenus avec des produits à base de fluorure de sodium, de pyrèthre ou d'appâts toxiques soit à l'arsenic, soit au phosphore.

Nous donnerons à titre purement documentaire, car elles pourraient servir à un dosage physiologique du Derris, les toxicités vis-à-vis des poissons et les vers de terre.

Poissons.

D'après W. A. Gersdorff (48) des concentrations de 75 millgr. de roténone pour 100 litres d'eau, soient des dilutions à $\frac{1}{13.000.000}$ à 23° tuent les poissons rouges en 2 h. par arrêt respiratoire après des phénomènes d'excitation primitive. Les dérivés déhydro sont notablement plus toxiques, les dérivés OH le sont beaucoup moins.

Ver de terre.

Le ver de terre (Lombrix.) s'est révélé également très sensible au Derris. Des mélanges de 1 gr. de poudre avec 100 gr. de terre humide suffisent à tuer tous les vers dans l'espace de 24 h.

De tous les articles puisés dans la bibliographie ceux que nous venons de mentionner nous ont paru seuls intéressants, les autres n'étant que des reproductions ou des modifications plus ou moins justifiées de ces derniers. Nous nous proposerons donc par des expérimentations personnelles de compléter ou de vérifier ce qui nous a paru insuffisant ou inexact de façon à présenter la question sous un aspect tout à fait impartial.

CHAPITRE VI

ETUDE TOXICOLOGIQUE

La poudre de derris, les extraits et le roténone ont une toxicité incontestable et même très forte pour les animaux à sang froid et, en particulier, pour les insectes ; or il y a lieu de se demander si cette toxicité se manifeste seulement vis-à-vis de tels animaux contre lesquels elle est dirigée ou si elle s'adresse également à la catégorie de ceux que l'on veut protéger, la valeur insecticide d'un produit étant fonction de l'écart entre la toxicité pour les uns et de l'innocuité pour les autres. Nous étudierons successivement l'intoxication aiguë, l'intoxication chronique puis les actions locales produites par chacun des produits sur divers sujets, nous en déduirons ensuite des considérations d'ordre pharmacologique.

a) *Toxicité de la poudre de Derris.*

Historique. — La poudre de derris qui est actuellement la forme commerciale la plus employée puisqu'elle réunit à la fois l'avantage d'une préparation facile et les qualités synergétiques, exemptes de toute altération, de la totalité des principes actifs, a depuis déjà longtemps été l'objet d'essais toxicologiques. Sur eux, tous les

auteurs ne sont pas d'accord ; nous donnerons à titre indicatif l'opinion de quelques-uns d'entre eux.

Kelsall, Spittall, Gorham, Walker (49), Kingzett (50) et Shutt (51) pensent que le derris n'est pratiquement pas toxique pour l'homme ; Ridley (52) et Brooek (53) constatent qu'une décoction de *Derris elliptica* ne peut l'être qu'absorbée en grande quantité ; Symes (54) ne le croit pas vénéneux pour de gros animaux. Par contre Lewis (55) rapporte qu'un homme ayant bu de l'eau où l'on avait fait macérer du derris dans un but piscicide, tomba malade et mourut peu après ; Campwell (56) cite un cas de suicide à Singapoure avec de la poudre de racine. Il relate d'autre part qu'ayant fait absorber le suc de 2 gr. de racines à un singe (*macacus nemestpinus*), il obtint sa mort précédée d'une légère excitation des centres respiratoires, suivie de paralysie. Le même auteur estime que des poissons empoisonnés par le derris peuvent être mangés sans danger étant donné les faibles quantités nécessaires à leur mort. Anthony M. Ambrose et Harvey B. Haag (57) ont repris récemment la question. Nous mentionnerons ici les parties intéressantes de leur expérimentation auxquelles il y a lieu d'apporter tout crédit. L'échantillon employé est la racine sèche du *Derris elliptica*, finement pulvérisée (tamis de deux cents mailles), contenant 28,5 % d'extrait CCl_4 et 9,6 % de roténone. Nous voyons que c'est un produit particulièrement riche dépassant nettement la teneur moyenne en extrait et roténone des poudres commerciales. Il y aura lieu d'en tenir compte dans les résultats qui seront de ce fait un peu forcés.

TABLEAU I

*Toxicité aiguë du Derris par voie buccale pour lapins,
rats, cobayes et chiens*

Animaux	Nombres d'animaux	Poids Mg/kg. Derris	Pourcentage de morts en 24 h.	15 jours
Lapins	6	1.000	100	100
	9	700	100	100
	9	600	67	20
	6	500	17	50
	6	400	17	17
	9	300	22	22
	14	200	28	28
	4	150	0	0
	8	100	0	0
	4	75	0	0
	5	50	0	0
	3	30	0	0
Rats	3	400	100	100
	13	200	85	100
	5	100	80	100
	5	75	0	0
Cobayes	5	200	100	100
	2	150	100	100
	3	100	100	100
	6	75	50	83
	5	50	0	0
Chiens	3	500	100	100
	2	400	100	100
	5	300	80	80

Nombres d'animaux	Poids Mg/kg. Derris	Pourcentage de morts en 24 h.	15 jours
2	250	100	100
6	200	67	83
3	150	67	100
7	100	43	43
2	75	0	0
2	50	0	0

1) *En milieu aqueux.*

Les poudres, en suspension aqueuse, furent administrées à l'aide d'une sonde à des animaux mis à jeun depuis vingt-quatre heures. Ceux-ci, bien qu'en général l'action se manifeste vingt-quatre heures à quarante-huit heures après l'ingestion, furent gardés en observation pendant une quinzaine de jours, car il a été prouvé par examens des matières fécales que onze jours au moins sont nécessaires pour l'élimination d'une dose massive de roténone. La dose léthale déterminée arbitrairement fut considérée comme celle tuant 70 % des sujets dans l'espace de 15 jours.

Chez le lapin. — Un lot de lapins adultes reçut des doses de poudre variant de 0 gr. 03 à 1 gr. par kilogramme de poids d'animal. La dose léthale fut trouvée voisine de 600 mgr. Les symptômes d'intoxication accompagnant cette dose apparurent au bout d'une heure. Ce fut d'abord une accélération du rythme respiratoire bientôt suivie de dépression, entrecoupée d'attaques convulsives pendant lesquelles l'animal couché sur le côté devint de moins en moins sensible à l'excitation, pour mourir finalement par asphyxie. A l'autopsie, aucune modifica-

tion pathologique des organes internes n'apparut. Dans les cas cependant où la mort survenait après vingt-quatre heures, les muqueuses de l'estomac et de l'intestin grêle étaient quelque peu congestionnées. Les lapins ayant absorbé des quantités non mortelles refusèrent seulement toute nourriture pendant plusieurs jours et présentèrent parfois des signes de diarrhée, mais aucune séquelle ne subsista.

Chez le rat blanc. — Des rats blancs âgés de cent jours et des cobayes adultes se montrèrent beaucoup plus sensibles au derris que les lapins. Des doses léthales furent respectivement de 100 mgr. pour les premiers et 75 mgr. pour les seconds.

Chez le cobaye. — Des expériences personnelles effectuées sur le cobaye avec une poudre titrant 5,02 % de roténone ne permirent pas de noter des toxicités aussi élevées. La dose léthale fut trouvée voisine de 300 mgr.

Chez le chien. — La dose léthale est voisine de 150 mgr. Six chiens reçurent individuellement une dose légèrement supérieure, soit 200 mgr. Deux seulement résistèrent dont l'un put recevoir impunément pendant cinq mois des doses identiques. Les autres périrent en général dans les vingt-quatre heures et, exceptionnellement, demeurèrent pendant quelques jours dans un état comateux sans pouvoir finalement se rétablir. A l'autopsie on ne peut que constater une légère irritation de la muqueuse gastrique.

Dans tous ces résultats, le derris fut administré en suspension aqueuse, c'est-à-dire dans un support où il est très peu soluble, ce qui implique par là même une

absorption difficile au niveau des muqueuses intestinales. Or, certains auteurs, pour apprécier la toxicité totale du derris, ont essayé de le faire absorber en milieu huileux.

TABLEAU II

Effet de l'huile d'olive sur la toxicité du Derris par voie buccale

Animaux	Nombre d'animaux	Derris Mg/kg	Huile d'olive cc/kg	Pourcentage de mortalité en	
				24 h.	15 jours
Lapins	8	0	10	0	13
	8	0	20	13	38
	4	0	30	25	75
	4	0	40	0	75
	4	25	50	0	0
	4	50	5	0	0
	4	100	5	0	50
	12	200	5	0	0
	4	300	5	50	75
	4	400	5	100	100
	2	50	10	0	0
	2	75	10	0	0
	2	100	10	0	0
	2	150	10	0	100
	7	200	10	0	30
	7	300	10	43	71
	4	400	10	75	100
	2	100	20	0	50
	3	200	20	34	34
	3	300	20	0	0
	3	400	20	0	0

Animaux	Nombre d'animaux	Derris Mg/ kgs	Huile d'olive cc/ kgr	Pourcentage de mortalité en	
				24 h.	15 jours
	4	200	10	0	25
	4	300	10	50	75
Rats	4	0	10	0	0
	3	0	20	0	0
	12	50	10	8	8
	9	75	10	67	67
	6	100	10	67	67
	5	150	10	67	80
	4	200	10	100	100

2) *En milieu huileux.*

Les expériences furent conduites de la façon suivante l'introduction du derris délayé dans un peu d'eau fut suivie immédiatement d'une quantité d'huile d'olive voisine de 10 cc. L'effet prévu ne tarda pas à se produire ; la dose léthale se trouva abaissée de 600 mgr. à 300 mgr. chez le lapin, et de 100 mgr. à 75 mgr. chez le rat.

3) *A l'état de poussières.*

Une question également importante et qui intéresse en premier chef ceux qui sont chargés des manipulations des poudres de derris est la détermination de la valeur fumigatoire de ces dernières. Divers animaux furent placés successivement dans une chambre de verre mesurant 60 cm. × 45 cm. × 30 cm. Ceux-ci reçurent des insufflations de poudre à des dilutions variables toutes les cinq minutes pendant une durée de trente secondes. Dix-neuf rats exposés manifestèrent rapidement des signes d'intoxication et moururent par asphyxie dans

l'espace d'une heure. Deux chiens de petite taille ne résistèrent pas plus longtemps ; au bout de vingt minutes ils furent trouvés dans un état nauséux, montrèrent quelque incoordination dans les mouvements, bientôt suivis de dépression puis de mort par asphyxie. Sur quatre chats exposés, les mortalités furent respectivement constatées : une dans l'espace d'une heure, deux de dix-huit heures, et la dernière de huit jours.

Les lapins se montrèrent nettement plus résistants ; sur un lot de trois, l'un mourut le sixième jour, un autre le neuvième jour et le dernier survécut.

En applications locales sur la peau, le derris ne semble pas avoir d'effet nocif. Saupoudré sur l'aisselle rasée des bras de quatre volontaires, deux fois par jour pendant un mois, une légère irritation fut remarquée chez l'un d'eux, mais elle disparut dès la fin du traitement. En onctions sous forme de pommade à la lanoline au 1/10 pendant plusieurs jours sur l'avant-bras des mêmes sujets, il ne provoqua aucune irritation locale ni anesthésie. Le dos et les flancs d'une série de rats blancs furent rasés et légèrement mis à vif, puis enduits complètement de la pommade précédente durant dix jours de suite. La cicatrisation s'effectua normalement et aucune réaction locale ne fut observée.

Laissée quelques instants en contact avec les muqueuses buccales ou nasales, la poudre provoque une sensation de fourmillement assez vague mêlée d'engourdissement et de sécheresse pouvant persister parfois plusieurs heures. Insufflée dans l'œil droit d'une série de six lapins, le gauche servant de témoin, elle ne tarda pas à provoquer une conjonctivite suivie vingt-quatre

heures après de suppuration abondante qui cessa normalement avec la fin du traitement.

Sur le muscle, des macérations aqueuses de derris abaissent le seuil de la sensation. Une patte de grenouille immergée pendant une heure répond avec un certain retard à l'excitation chlorhydrique ; des préparations de nerf sciatique traitées de façon identique ne réagissent plus à l'excitation faradique. Le vague subit la même influence.

Une expérience typique faite sur le chien illustra les effets du derris sur la pression sanguine et la respiration. Un chien anesthésié par une injection intraveineuse de 50 mgr. d'amytal par kilogramme reçut à l'aide d'une sonde une dose de 750 mgr. de derris par kilogramme, en solution dans l'eau. Dès le début la respiration subit une stimulation très prononcée, mais celle-ci ne dura pas. Elle fit bientôt place à une grande dépression qui fut elle-même accompagnée d'un abaissement de la tension. La mort survint par asphyxie.

Un phénomène en tous points identiques se produisit chez la grenouille après injection de macération de derris dans les sacs lymphatiques, le cœur continuant à battre un certain temps après l'arrêt respiratoire.

b) *Toxicité des extraits.*

Historique. — Nous allons voir que la toxicité des extraits de derris est du même ordre de grandeur que celle de la poudre, compte tenu évidemment de la concentration. Des extraits provenant de solvants organiques contiennent en effet le totum des principes actifs : roténone, toxicarol, déguelin et téphrosine, y

compris la résine qui a sa part de toxicité. Ceux obtenus en milieu aqueux seront plus pauvres étant donné le faible coefficient de solubilité des principes actifs dans l'eau ; nous étudierons spécialement les premiers.

Wan Hasselt (58) rapporte qu'ayant fait absorber un extrait alcoolique qu'il dénommait « Derride » à divers animaux : chats, chiens, lapins, cobayes, rats, il obtint des effets toxiques portant principalement sur les centres respiratoires.

Buckingham (59) prétend avoir donné impunément environ 50 mgr. de roténone par kilogramme à des chiens.

Lightbody (60) et Mathews ont déterminé sur le rat blanc les doses léthales des divers extraits : huileux, acétoniques, éthérés, au tétrachlorure de carbone.

En milieu huileux. — Ces extraits provenant d'une poudre de derris titrant 5,1 % de roténone furent préalablement séchés à poids constant, pulvérisés finement et triturés d'une façon très homogène dans de l'huile d'olive. Les auteurs considérèrent la dose léthale minima en milligrammes par kilogramme de poids d'animal nécessaire à tuer 50 % des sujets. Voici dans l'ordre croissant de toxicité les résultats obtenus :

Extrait acétonique M.L.D.		98 mgr.
» éthéré	»	120 »
» huileux	»	244 »
» CCl ⁴	»	300 »

Il est incontestable comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent que l'huile favorise l'absorption intestinale et, par suite, l'activité des extraits. Pour

obvier à cet inconvénient et se placer dans des conditions plus normales, les auteurs ont administré, incorporé à une pâte d'amidon un extrait sec acétonique, provenant du même échantillon de derris. La dose léthale qui était de 98 mgr. par kilogramme et correspondait à une teneur apparente de roténone de 25 % fut portée, de ce fait, à 195 mgr., correspondant à 12,5 % de roténone.

c) *Toxicité du roténone.*

1) *Par voie buccale.* — Le roténone, à qui le derris doit la plus grande partie de sa toxicité, retiendra toute notre attention; nous mentionnerons en détail les travaux effectués par Haag (61) à son sujet, ce qui nous permettra d'apprécier ses inégalités d'action vis-à-vis des divers animaux expérimentés et des méthodes d'administration employées.

Chez le cobaye. — De petites quantités de roténone disposées sur des feuilles de laitue furent distribuées à des cobayes à jeun depuis douze heures. Des doses de 75 mgr. se révélèrent toujours mortelles, ce qui permet de considérer la M.L.D. voisine de 50 mgr. Les symptômes d'intoxication survenaient en général au bout d'une demi-heure à quelques heures; ils étaient toujours d'un caractère affaiblissant, la mort semblant résulter d'un défaut de respiration. A l'autopsie on pouvait constater une vive irritation de toute la surface du tube gastrointestinal.

Chez le lapin. — Les lapins se montrèrent plus réfractaires au roténone; ingérée par des animaux privés de

nourriture depuis vingt-quatre heures, la dose léthale atteignit 1 gr. 5, les signes d'intoxication s'étant manifestés avec une extrême lenteur. Chez le chien, des quantités allant de 200 à 500 mgr. ne produisirent qu'émesis au bout de dix à quinze minutes, mais sans conséquence nocive apparente. Des pigeons supportèrent les mêmes doses avec les mêmes réactions.

Chez la grenouille. — Les grenouilles, par contre, furent trouvées très sensibles au roténone. Exposées dans des verres à expérience à des dilutions de 1/500.000, de façon à ce que leur respiration ne soit en rien gênée par une quantité trop grande de liquide, les grenouilles subirent au bout de quelques heures un arrêt de respiration accompagné d'une dépression musculaire très nette, le cœur continuant à battre quelques heures après l'arrêt des mouvements respiratoires. Comme le poids moyen des grenouilles était d'environ 35 gr. et que 75 cc. de dilution au 1/500.000 furent employés pour chacune d'elles, la M.L.D. se trouva donc voisine de 4 mgr. par kilogramme de poids d'animal. Les résultats précédents nous donnent une notion de l'ordre de toxicité du roténone administré par les diverses voies, en une seule prise; ils sont très précieux, mais ils demandent à être complétés par une étude de l'intoxication chronique qui, elle, peut fort bien survenir au cours de manipulations répétées du produit.

Chez le chien. — Les expériences portèrent sur une série de cinq chiens auxquels 10 mgr. de roténone furent donnés sous forme de capsule journellement et immédiatement avant les repas du matin. Trois des

chiens moururent dans un intervalle de sept à trente jours après une perte progressive d'appétit et de poids ; les deux autres survécurent plus de cent jours : l'un avait légèrement grossi alors que l'autre avait perdu 25 % de son poids initial. A l'autopsie, le premier montra des organes à peu près normaux à l'exception d'une légère congestion des poumons et de légions toxiques dans le foie, accompagnés de métamorphoses graisseuses. Chez tous les sujets, la dose de 10 mgr. produisait fréquemment de l'émesis.

A une autre série de six chiens adultes des doses quotidiennes de 5 mgr. de roténone furent administrées pendant un mois. Durant cette période, l'émesis était moins fréquent que dans le cas précédent et l'azote non protéique du sang subit une légère diminution. A l'autopsie, le trait caractéristique était les transformations graisseuses du foie et des reins ; aucun autre phénomène pathologique ne fut remarqué.

Des lapins se montrèrent plus tolérants. Des doses de roténone incorporées à raison de 150 mgr. par kilogramme de nourriture ne produisirent aucun effet toxique sur trois sujets en expérience. Au bout de six semaines, le gain de poids, l'analyse du sang et de l'urine étaient en tous points identiques à ceux de lapins témoins.

Les cobayes, par contre, supportèrent moins facilement les mêmes doses de roténone. Un groupe de trois cobayes femelles pleines, nourries pendant leur gestation d'un régime à 150 mgr. de roténone par kilogramme de nourriture, mirent bas des petits soit mort-nés, soit incapables de survivre plus de cinq jours. Aucun effet

nocif ne se remarqua chez les adultes. Un autre lot de six cobayes fut soumis à un régime de 75 mgr. de roténone par kilogramme de nourriture. Les petits des deux portées, quoique bien développés, moururent à la naissance ; ceux des autres survécurent, mais leur croissance fut plus lente que normalement.

Si les poudres et les extraits de Derris ont leur pouvoir considérablement accru en suspension huileuse, le roténone n'échappe pas à la règle. La M.D.L. voisine de 50 mgr. par kilogramme chez le cobaye se trouve abaissée à 12 mgr. environ, ce qui quadruple la toxicité. Les symptômes d'empoisonnement se manifestent en général plus rapidement, mais ils sont en tous points identiques à ceux produits par l'ingestion en milieu aqueux.

TABLEAU III

*Résultats de l'absorption du roténone dans l'huile d'olive
chez le cobaye*

Rotenone Mg/Kgs	Nombre d'animaux	Mortalité	Pourcentage de morts	Temps max. de survie
25	2	2	100	8
20	6	5	83,3	48
15	14	8	57	80
12,5	12	9	75	48
10	8	1	12,5	20
7,5	4	0	0	0

Sous forme fumigatoire, le roténone ne semble pas être proportionnellement aussi actif que ne l'est la poudre de derris. Un lot de rats soumis pendant un mois à des poudrages fréquents d'un mélange roténone-talc à 1 %, ne parut nullement être incommodé ; aucune

mort, en tous cas, ne fut enregistrée. A des concentrations plus fortes, Haag obtint sur le cobaye des résultats légèrement différents. Plusieurs sujets exposés pendant une heure dans une atmosphère saturée de roténone dilué à 10 % dans du carbonate de chaux, talc, oxyde de manganèse, périrent dans la proportion de 25 %. Il n'est pas douteux que l'inhalation de fines particules sur les muqueuses respiratoires entra en jeu, mais on ne doit pas éliminer tous risques d'ingestion qui ont pu normalement se produire pendant l'expérience, bien qu'un examen du tube digestif après la mort ne révéla aucune trace d'irritation.

2) *Par voie intraveineuse.*

Par voie intraveineuse, la M.L.D. de roténone en injection chez le lapin est voisine de 0 mgr. 35. Elle provoque aussitôt une accélération du rythme respiratoire suivie de spasmes avec dépression musculaire, puis dyspnée allant jusqu'à l'arrêt de la respiration. A des doses subléthales, l'élimination ou la destruction se produit rapidement, car les lapins traités reprennent vite leur état normal. Chez le chien, des quantités de 0 mgr. 65 et plus de roténone conduisirent d'abord à un accroissement marqué du rythme respiratoire, à de l'incoordination des mouvements, de la spasmicité, puis de la dyspnée et, finalement, de l'asphyxie.

De fortes doses subléthales suivies de rétablissement total seulement après un laps de temps de plusieurs heures indiquèrent une détoxification de la drogue beaucoup plus lente chez le chien que chez le lapin. La dose léthale intraveineuse se révéla beaucoup plus

forte pour les pigeons que pour les autres animaux expérimentés. Un milligramme environ était nécessaire pour produire des symptômes identiques à ceux observés chez le chien. Aux doses subléthales, le rétablissement était très rapide.

3) *Par voie intramusculaire.*

En injections intramusculaires chez le lapin, la M.L.D. approché de cinq milligrammes, et de 20 milligrammes par voie sous-cutanée.

4) *Au contact de l'épiderme.*

Au contact de l'épiderme et des muqueuses internes, le roténone agit sensiblement de la même façon que la poudre de Derris. En applications locales sur la peau d'un lapin et d'un cobaye, une solution de roténone à 10 % ne produisit aucune marque d'irritation, ni même d'absorption. En frictions sur la poitrine d'un homme une légère irritation d'un type pustulant benin fut noté, mais seulement après plusieurs jours. Saupoudrée sur la conjonctive d'un chien morphinisé, le roténone ne détermine aucun signe d'irritation après dix à douze heures, ni même le lendemain où il était encore présent. Sur la muqueuse buccale, sensation d'engourdissement peu marquée, mais évidente après un contact de dix à quinze minutes.

Absorption et destruction du roténone.

Nous venons d'étudier en détail l'action du roténone sur l'organisme. Il convient de se demander maintenant où et comment se font son absorption et sa destruction.

L'inaltération du roténone au contact du suc gastrique artificiel pendant vingt-quatre heures et à température du corps, permet de penser qu'aucun phénomène ne se produit au niveau de l'estomac et que la destruction du roténone en milieu alcalin soit l'œuvre du suc intestinal lui-même alcalin.

Des essais faits sur l'urine de lapin auquel on avait donné du roténone par voie intraveineuse à de courts intervalles, montrèrent que les reins, s'ils agissaient, agissaient peu dans l'élimination du roténone, l'urine ne pouvant en contenir que de très faibles quantités étant donnée l'extrême insolubilité du produit.

L'organe qui paraît jouer le rôle de filtre en retirant le produit insoluble du courant sanguin est le foie. Un chien anesthésié par 50 mgr. d'amytal intrapéritonialement reçut une dose de roténone dans la veine fémorale. On nota certains effets ; pour reproduire les mêmes effets, des doses dix fois plus fortes devaient être employées par voie mésentérique. Il semble bien que ce soit au niveau du foie que le roténone se localise, arrête ses effets toxiques, et opère sa destruction.

Relation entre la teneur en roténone d'une poudre et sa toxicité.

Toutes les poudres de Derris ne contiennent évidemment pas la même teneur en extrait et en roténone ; elles n'ont également pas toutes la même valeur toxique. Nous voudrions savoir s'il y a proportionnalité entre ces deux relations. Certains auteurs ont prétendu que l'activité d'une poudre dépendait uniquement de sa teneur en roténone. Nous avons vu que les expériences de

Haag ne confirment pas cette idée puisqu'elles ont permis d'établir que le lapin et le chien supportaient sensiblement des doses plus fortes de roténone que de poudre (M.L.D. roténone 1 gr. 5, poudre 600 mgr. pour le lapin ; roténone 200 à 500 mgr., poudre 150 mgr. pour le chien), et que la toxicité serait effectivement due au totum de la partie cristallisable qui contient, outre le roténone, le déguelin, la téphrosine et le toxicarol. Des expériences entreprises à ce sujet avec des poudres de teneur en extrait CCl_4 et roténone croissantes sur un lot de lapins et de rats, conduisirent bien à une augmentation, mais non à une proportionalité directe de toxicité.

Echantillons	Extrait cœ 4 %	Rotenone %	Dose léthale en millgr.	
			Lapins	Rats
Derris 2288	21	0	2.000	700
» 2539	17,3	3,1	1.500	500
» 2470	20,6	6,6	700	200
» 2221	28,5	9,6	600	100

Perte de toxicité de la poudre de Derris, des extraits et du roténone.

L'étude toxicologique que nous venons d'effectuer portait sur des produits récents possédant le maximum d'efficacité, or nous allons voir que certains facteurs, en particulier l'oxydation sous toutes ses formes, sont capables de modifier chimiquement les principes actifs pour leur faire perdre à des degrés divers leur efficacité.

Le contact de l'air et de la lumière favorisent cette altération. De la poudre de derris enfermée dans une boîte en fer-blanc fréquemment ouverte perd environ

15 % de sa toxicité au bout de sept mois. Exposée à la lumière du jour dans un bocal et agitée de temps à autre, elle devient la moitié moins active après cent dix jours. Soumise à 30 cm. du rayonnement d'une lampe type S² de la « General Electric », quarante et une heures suffirent à lui enlever la moitié de sa toxicité ; une exposition de deux cent quatre vingt une heure ne l'altère pas davantage. Ces expériences furent réalisées par administration buccale chez le rat.

Jones (62) étudia l'influence de la lumière solaire et de l'arc électrique sur le roténone, le dihydroroténone, le chlorhydrate de roténone, le roténone bentonite, le roténone noir de fumée, les extraits et la poudre de derris. Pour cela, il délaya dans un peu d'eau chacun de ces produits et les étendit sur des plaques de verre de façon à pouvoir les exposer en cinq groupes qui reçurent respectivement la lumière directe du soleil pendant dix jours et 20 jours, la lumière de l'arc pendant deux cent quarante et deux cent quatre-vingts heures, enfin l'obscurité. Les dépôts ainsi traités furent essayés sur les larves de *Culex* et les poissons rouges ; dans tous les cas ils se montrèrent moins toxiques que les témoins.

Le roténone, le chlorhydrate de roténone, le roténone bentonite, la poudre et l'extrait de derris subirent après dix jours d'exposition à la lumière directe du soleil une perte de 50 % de leur toxicité ; la lumière de l'arc leur enleva la totalité. Le dihydroroténone résista beaucoup mieux : au bout de dix jours d'exposition, il n'était que peu altéré. Le noir de fumée protégea notablement le roténone de la lumière solaire et plus faiblement de celle de l'arc, mais ni la bentonite, ni les substances

accompagnant la poudre et les extraits n'eurent une action protectrice.

Le Derris est donc incontestablement altérable et, de ce fait, nous pouvons tirer quelques conclusions pratiques. Les poudres et leurs dérivés auront donc d'autant plus d'efficacité qu'ils seront plus récents. Leur conservation, pour être correcte, devra donc s'effectuer dans des récipients clos à l'abri de l'air et de la lumière ; l'application sur les végétaux devra se faire de préférence le soir, de façon à retarder l'action des rayons solaires. Cette altération est cependant très lente ; des poudres conservées dans de bonnes conditions seront encore très actives pendant plusieurs années, des pulvérisations même exposées au soleil auront tout le temps nécessaire pour agir, des saupoudrages effectués sur des animaux les protégeront de leurs parasites pendant de longs mois, ce qui constitue l'avantage primordial du derris sur le pyrèthre.

Conclusions.

Nous avons étudié dans le chapitre précédent la toxicité du Derris vis-à-vis des animaux à sang froid et en particulier des parasites. Nous venons de déterminer d'autre part l'ordre de grandeur des doses toxiques pour les animaux à sang chaud. De ces observations nous pouvons en déduire des conséquences applicables à l'homme :

1) Les animaux à sang froid sont beaucoup plus sensibles à son action que les animaux à sang chaud ; ceux-ci, eux-mêmes, y sont inégalement sensibles.

2) Les doses toxiques sont très variables suivant les voies d'introduction du produit dans l'organisme. Elles croissent dans de très fortes proportions à mesure que l'on passe de la voie buccale à la voie sous-cutanée, puis à la voie intramusculaire et enfin intraveineuse, ce qui explique son emploi jadis comme poison de flèche.

3) Le niveau minima des doses pouvant être absorbées par voie buccale est de beaucoup le plus élevé. Il paraît difficilement accessible dans tous les cas d'ingestion de produits imprégnés de derris ou dérivés aux dilutions insecticides. Dans ces conditions, des fruits ou des légumes ayant subi des traitements même répétés, et en admettant que leur consommation ait été faite sans aucune élimination préalable, ne peuvent en aucun cas provoquer une action nocive sur l'organisme.

4) Le contact même prolongé de tels produits sur la peau n'a aucun effet préjudiciable.

5) Le seul cas où un réel danger soit à redouter est celui où se trouvent les travailleurs exposés régulièrement aux poussières de derris, car non seulement des sensations d'engourdissement des muqueuses buccales et nasales ont été enregistrées, mais aussi des irritations des voies respiratoires et même digestives. Il est donc utile que dans les établissements où l'on traite le derris en état de fine division, le personnel se protège d'une façon efficace contre son action directe.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes efforcés de rassembler tous les travaux concernant l'étude du Derris et ses rapports avec les autres plantes à roténone. Notre travail n'a pas seulement consisté à les énumérer, nous avons pris soin de les discuter au fur et à mesure et de les justifier. Nous nous sommes alors aperçu que certaines lacunes s'étaient glissées ; dans les quelques paragraphes qui vont suivre nous apporterons le complément indispensable sans vouloir toutefois prétendre à être complets.

CHAPITRE PREMIER

ETUDE BOTANIQUE

Il nous a paru indispensable, étant donné les affinités des diverses plantes à roténone, de faire une étude botanique morphologique comparée.

Nous avons eu à examiner des racines de Derris provenant de Malaisie, et des racines de Cube et Timbo provenant du port de la Para (Brésil).

Derris elliptica Benth. —

Provenance de Malaisie *via* Amsterdam.

La drogue entière arrive en paquets longs de 0 m. 90 à 1 mètre, attachés par des lambeaux d'écorce de la plante.

Les racines de diamètres très divers de 5 à 15 millimètres pour un échantillon moyen, peuvent atteindre plus de 1 mètre de longueur.

Dans les paquets on reçoit également de très fines racines flexueuses qui, d'après les auteurs, contiennent un pourcentage élevé en roténone. Ces racines sont d'une teinte brun rouge, très contournées, présentant des stries longitudinales très marquées et de nombreuses insertions radiculaires à stries transversales. Le type lianiforme envisagé dans ces racines semble bien provenir du port de la plante que nous avons décrit ci-dessus.



L'odeur est nulle, la saveur âcre et un peu amère ; une section faite dans une de ces racines donne une cassure fibreuse et une séparation très nette entre l'écorce et le cylindre central.

Cube.

Provenance de la Para.

Les échantillons nous arrivent également en paquets longs de 0 m. 50 à 0 m. 10, mais les racines sont d'un diamètre plus gros, voisin de 1 cm. à 4 cm.

La coloration des racines est très différente de celle du Derris ; elle varie de jaune clair à rouge brique. Les sillons longitudinaux sont moins prononcés, mais présentent surtout des cicatrices transversales noires en relief sur la surface.

La section est également fibreuse, la saveur légèrement sucrée, puis âcre. Dans cette section, il est facile d'apercevoir une écorce très réduite et un cylindre central très régulier d'un jaune clair. Dans certains échantillons, nous avons détecté dans le cylindre central des faisceaux concentriques de bois avec une moelle bien visible à l'œil nu, ce qui nous fait suspecter un mélange de racines et de rhizomes.

Timbo.

Les échantillons provenant de la Para que nous avons pu examiner présentent la même organographie que les racines de Cube. Nous pensons que cette dénomination s'adresse à la même espèce.

Description des structures.

On peut compléter cette description par l'étude des structures ; nous pourrions également y détecter les principes actifs.

Vue à un faible grossissement, la coupe de racine de *Derris elliptica* présente un cylindre central très asymétrique quant à ses formations ligneuses. Le reste de moelle excentrique détermine des formations qui correspondent au port lianiforme de la plante. Le bois très visible par les diamètres assez gros de ses cellules est épars dans tout le cylindre central, et les formations libériennes présentent des successions de liber cellulosique et de liber sclérifié.

La structure de la racine de Cube est différente : le cylindre central présente une disposition symétrique du bois en rayon séparé par du tissu médullaire ; la moelle ayant des restes de bois primaire est au centre de la coupe. Quant aux dispositions du liber et de l'écorce, il n'y a pas de différence.

La structure du Timbo est identique à celle du Cube.

En résumé, on peut trouver trois types de structures dans ces échantillons qui nous permettent de distinguer nettement le Derris des Cube et Timbo.

Structure à cylindre central asymétrique = Type Derris.

Structure à cylindre central très régulier = Type Cube.

Structure type rhizome avec moelle = Cube et Timbo.
J. et M. Chevalier ont décrit un Timbo à structure

très asymétrique, à structure en éventail provenant d'un type lianiforme du Brésil.



Type Cube



Type rhizome



Type Derris

Etude morphologique de la poudre de Derris elliptica.

La poudre de Derris entrant actuellement dans la constitution de nombreuses poudres insecticides, une étude morphologique détaillée nous a paru indispensable d'autant plus que le degré de ténuité est augmenté chaque jour au détriment des caractères spécifiques des éléments. Plus une poudre insecticide est fine, plus elle est active parce que meilleure est sa répartition et plus grande est sa surface de contact. Or la consistance fibreuse de la racine a été tout d'abord un obstacle sérieux pour la pulvérisation. Le début de l'opération donnait une poudre tenue, alors que la fin laissait un résidu laineux presque inattaquable. Aujourd'hui les poudres obtenues ont un grain extrêmement fin, ce qui leur confère une activité maxima. Une poudre de racine fraîchement préparée se présente sous un aspect chamois clair, d'odeur aromatique, âcre au goût tout d'abord puis provoquant au bout de quelques minutes une sensation de fourmillement allant jusqu'à une légère anesthésie.

A l'examen microscopique : nombreuses cellules parenchymateuses gorgées d'amidon, cellules scléreuses canaliculées, fibres libériennes, vaisseaux ponctués, fibres cristalligènes, débris d'oxalate de chaux, abondants fragments de résine en écaille.

Par action de la fuschine ammoniacale : coloration en rouge de débris ligneux allongés, et par action de l'eau iodée apparition en bleu de très nombreux grains d'amidon isolés ou agglomérés, arrondis ou polyédriques de 7 à 10 de diamètre sans hile.

Falsifications de la poudre de Derris elliptica.

Il a été signalé des falsifications par de la poudre de mousache qui contient également des débris de vaisseaux du bois ponctués, des parenchymes polyédriques et des grains d'amidon gros, polymorphes et pourvus de hile. La poudre de réglisse également très voisine s'en distingue par la coloration en jaune de ses vaisseaux ponctués et rayés et l'absence de résine en écaille.

Les additions ou substitutions de poudres de Lonchocarpus et de Timbo à celles de Derris ne sont pas à proprement parler des falsifications, car leur teneur en principes actifs est pour le moins égale et généralement supérieure, mais leur prix étant inférieur il y a lieu cependant de procéder à leur identification.

Les examens microscopiques ne peuvent donner des résultats nets en raison de la grande similitude des caractères anatomiques de ces diverses poudres. La couleur chamois clair du Derris et la teinte verdâtre des Lonchocarpus et Tombo peut donner une première

indication sur des produits purs. L'examen en lumière de Wood semble cependant plus satisfaisant.

Si les caractères organographiques et l'étude histologique permettent une différenciation, nous avons pu, grâce à la fluorescence de ces drogues, obtenir des résultats positifs, surtout pour les produits pulvérisés.

Disons tout de suite que la résine de *Derris elliptica* s'éclaire en un beau jaune d'or brillant permettant de localiser celle-ci dans les cellules grâce au microscope à fluorescence de Reichert et confirmant nos déclarations pour l'étude histologique. Voici résumés en un tableau nos résultats :

Différenciation des poudres de Derris, Cube, Timbo par la fluorescence.

Drogue	Echantillon de cassure	Poudre sèche	Poudre humectée d'alcool à 95°	Echantillon dans l'alcool à 95°	Analyses capillaires
<i>Derris elliptica</i>	Bistre, foncé, extinction de la lumière. Brun foncé en lumière ordinaire. Cassure : jaune tirant sur le vermillon.	terre ocreuse	terre ocreuse fluorescence	Jaune foncé tirant sur jaune d'or. Liquide : fluorescence jaune d'or.	Une bande épaisse jaune d'or tirant sur ocre, à partie supérieure liseré grenat. Sous frange : violet sombre. Frange : liseré bleu ciel.
<i>Cube</i>	Brun havane. Cassure : jaune souffre (cylindre central).	Jaune clair	violet	Jaune foncé ; quelques emplacements violets. Liquide violet foncé avec légère fluorescence, jaune d'or.	Partie inférieure : violet clair. Bandes : 3 bandes dont 2 d'un jaune sale, la 3 ^e jaune ocreuse. — Interbande : violet. Sous frange : violet clair. — Frange : violet foncé.
<i>Timbo</i>	<i>Idem.</i>	Jaune clair	Violet	Violet foncé. Liquide violet foncé.	Partie inférieure violet clair. Bandes : 3 bandes jaune foncé. — Interbande : <i>id.</i> Sous frange : violet clair. — Frange : violet foncé.

CHAPITRE II

ETUDE CHIMIQUE

Il nous a paru bon de compléter par quelques observations personnelles l'étude chimique que nous avons développée dans la première partie de notre travail. Nous nous sommes intéressés surtout à l'analyse de la poudre de Derris et aux caractères chimiques et physiques des extraits.

Nous opérerons dans nos recherches sur une poudre fine : nous en donnerons d'abord la constitution :

La teneur en humidité de la poudre de Derris desséchée à l'étuve à 100° varie généralement de 7 à 10 % ; dans l'échantillon que nous avons pu observer, nous avons constaté une teneur de 9,2 %. Le pourcentage des cendres obtenues après calcination au four électrique donne des chiffres allant de 2,30 à 4,20 %. Ces cendres contiennent une forte proportion de sels de chaux, de potasse, et beaucoup d'acide phosphorique. On trouve également 4,5 à 6,25 % de tanins donnant une coloration bleu-vert avec le perchlorure de fer.

Enfin, la poudre traitée par divers solvants donne des extraits constitués par une résine englobant avec elle des principes actifs.

Nos extractions effectuées au Soxhlet sur 100 gr. de poudre ont donné un pourcentage d'extrait assez variable avec le solvant :

Extrait alcoolique	16,75 %
» éthéré	15,25 %
» éther de pétrole	9,25 %
» benzénique	13,25 %
» chloroformique	17 %
» tétrachlorure de carbone ...	16 %
» trichloréthylène	16 %
» sulfure de carbone	12 %

La coloration des extraits varie légèrement suivant le solvant employé. Le point de fusion oscille entre 78 et 79°, et un examen polarimétrique effectué sur les différents extraits en solution à 1 % dans le benzène au tube de 10 cm. a donné des résultats très voisins pour chacun d'eux. Les lectures elles-mêmes n'ont pas varié sensiblement après des intervalles de temps de huit jours, deux mois, un an, ce qui prouve une activité optique assez stable.

Nous donnerons dans le tableau ci-dessous les caractères physiques de ces divers extraits :

Différents extraits	Couleur	pt. de fusion	Examen polarimétrique				
			1 ^{er} jour	8 jours	2 mois	1 an	
Extrait au chloroforme . . .	rougeâtre	78°	— 0°34	— 0°34	— 0°36	— 0°36	
» » tétrachlorure . .	jaunâtre	78°	— 0°34	— 0°32	— 0°32	— 0°34	
» à l'éther de pétrole	jaune verdâtre	78°	— 0°32	— 0°34	— 0°36	— 0°34	
» à l'alcool à 95° . . .	jaune rougeâtre	78°	— 0°34	— 0°34	— 0°34	— 0°34	
» au benzène	rougeâtre	78°	— 0°36	— 0°36	— 0°36	— 0°36	
» » sulfure de carbone	rougeâtre	78°	— 0°36	— 0°36	— 0°36	— 0°34	
» à l'éther	rougeâtre	78°	— 0°32	— 0°34	— 0°36	— 0°34	
» au trichloréthylène	rougeâtre	78°	— 0°32	— 0°36	— 0°36	— 0°34	

CHAPITRE III

ETUDE PHYSIOLOGIQUE

La partie la plus importante de notre sujet, celle qui doit justifier notre étude botanique et chimique, doit être un examen approfondi de la toxicité relative du Derris vis-à-vis des insectes d'une part, et des animaux à sang chaud ou des végétaux d'autre part.

Les résultats que nous donnerons proviendront d'une expérimentation personnelle à laquelle nous avons apporté tous nos soins.

Nous passerons successivement en revue les différents parasites des végétaux et des animaux, nous ferons agir sur eux le Derris sous la forme nous paraissant la mieux adaptée à leur cas, nous noterons en détail les actions et les réactions produites.

Modes d'action du Derris.

Le Derris est avant tout un poison de contact. Il agit surtout comme paralysant des centres respiratoires par l'intermédiaire des stigmates et des trachées, ce qui lui confère une action parfois assez brutale ; mais il possède également un pouvoir toxique appréciable au niveau du tube digestif et, en particulier, de l'estomac. Son effet est alors plus lent et, évidemment, moins certain car il doit subir l'attaque des sucs digestifs, l'absorption et finalement le passage dans le sang où se manifeste alors sa

toxicité. Ce double phénomène va nous permettre d'expliquer que suivant la variété de l'insecte, suivant aussi le mode de répartition du toxique, les résultats peuvent se manifester avec plus ou moins de rapidité et, par là même, avec une sûreté inégale. Une question primordiale intervient alors : c'est le rapport entre le produit et l'animal. Il est facile de s'imaginer que le Derris étant un poison de contact, destiné à atteindre des organes, en général très réduits chez les insectes qui, comme les aphids, ont leur stylet enfoncé dans le végétal et ne se meuvent que rarement, il soit indispensable qu'il parvienne lui-même à l'animal et sous une forme appropriée.

Formes insecticides du Derris.

Poudres, extraits, principes actifs du Derris ont été employés. Chacun a des avantages et aussi des inconvénients, mais tous doivent présenter à toxicité égale une excellente dispersion. La poudre très sèche et très ténue sera de préférence broyée intimement à une poudre inerte, impalpable, ce qui augmentera notablement les surfaces de contact ; l'extrait et les principes actifs uniquement solubles dans les solvants organiques qui, eux-mêmes, possèdent une toxicité propre et sont de ce fait, souvent inutilisables, gagneront à être émulsionnés de façon à donner des pseudo-solutions homogènes et très fines. Ainsi obtenus, de tels produits seront aptes à être répartis d'une façon rationnelle et cela grâce à des instruments de saupoudrage et de pulvérisation très perfectionnés ; l'insecte parasite sera alors englobé et en relation intime avec les particules toxiques.

Dans nos expérimentations sur l'action physiologique de poudres, extraits et principe actif : roténone, nous nous sommes efforcés de choisir comme support des produits réunissant les qualités que nous venons d'énumérer et possédant un minimum de toxicité.

La poudre de Derris très finement pulvérisée a été mélangée à une égale quantité de talc ; l'extrait au tétrachlorure de carbone employé à une concentration de 0 gr. 40 % a été préparé de la façon suivante :

- 1 gr. d'extrait au tétrachlorure ;
- 1 gr. trichlorure d'éthylène pour dissoudre ;
- 8 gr. de savon mou de potasse ;
- 50 gr. d'eau.

A diluer 20 parties du mélange pour 80 parties d'eau.

Le roténone a été émulsionné à la dose de 0 gr. 10 % dissout dans 10 cc. d'alcool et mélangé à l'eau en présence de quelques gouttes de terpinéol. Il n'apparaît pas que talc, savon mou, alcool, terpineol aux doses indiquées ci-dessus aient influé beaucoup sur nos résultats.

Action sur parasites des végétaux.

Aphis. — Les aphids, ou pucerons, groupent toute une série d'insectes nuisibles dont on peut dire que chaque plante possède une variété ; ils se fixent en général par leur stylet sur l'organe nourricier et, en raison de leur prolifération très rapide, causent de grands dommages à la plante. Certains sont de triste renommée, tel le *Phylloxera vastatrix*, qu'il ne nous a pas été permis d'étudier ; le puceron lanigère du pommier et les divers pucerons du pêcher, du rosier, de l'artichaut, de la fève, du haricot, de l'évonymus.

Les essais que nous avons effectués sur le puceron lanigère du pommier (*schizoneura lanigera*) n'ont pas donné de résultats appréciables en raison de la nature de son enveloppe cireuse ; la poudre s'est montrée tout à fait inefficace. Les extraits et le roténone semblent n'avoir pas mieux réussi à atteindre l'animal. Les autres pucerons noirs de la fève, du haricot, du fusain, du pêcher et les pucerons verts du rosier se sont révélés plus vulnérables aux attaques du Derris, surtout sous forme de poudre et d'extraits. Des mortalités presque totales ont pu être observées après des contacts respectifs de vingt-quatre et douze heures. Avec le roténone, les résultats ont été moins réguliers.

Le tableau suivant indique les données des expériences en ce qui concerne les aphids :

Différents aphids		Temps d'action	
I. Poudre de Derris			
1° Puceron noir de l'Evonymus			En pulvérisation abondante sur les rameaux.
	12 h.		Paralysie de nombreux pucerons, quelques-uns sont tombés.
	24 h.		La plupart des pucerons ont émigré les rameaux soit incommodés par le Derris, soit morts ; quelques-uns ont survécu.
2° Puceron vert du rosier			En pulvérisation abondante.
	12 h.		Mortalité ou disparition de la moitié des pucerons.
	24 h.		Quelques survies. En mourant les pucerons prennent une teinte brune.
3° Puceron noir de la fève			En pulvérisation sur les tiges de fèves.
	12 h.		Quelques morts, résistance cependant plus forte.
	24 h.		Mortalité de la plupart des pucerons ; une quantité appréciable cependant ne semble pas avoir été atteinte (environ 10 % de survie).

Différents aphids Temps d'action

I. *Poudres de Derris*

4° Puceron noir de l'artichaut		En pulvérisation sur l'extré- mité de la tige et les écailles.
	12 h.	Mortalité ou disparition de la plupart des pucerons.
	24 h.	Mortalité de la plupart, quel- ques survivants à l'intérieur des écailles.
5° Puceron noir du haricot		En pulvérisation sur tiges de haricots.
	12 h.	Mortalité ou paralysie d'en- viron la moitié.
	24 h.	Rares survivants.
6° Puceron de pêcher		<i>Idem.</i>
7° Puceron lanigère		Aucune action.

II. *Extrait au tétrachlorure de
carbone en émulsion à 4 %.*

1° Puceron vert du rosier		En pulvérisation avec un appareil genre Flytox.
	1 h.	Légère excitation passagère puis début de paralysie.
	2 à 6 h.	Les pucerons tombent les uns après les autres et meurent.
2° Puceron noir du haricot		En pulvérisation.
	2 h.	Certains pucerons tombent ; ceux qui ont leur trompe enfon- cée dans le végétal paraissent paralysés.
	12 h.	Rares survivants.
3° Puceron Lanigère		Aucune action.

III. *Roténone en solution à 1 %.*

1° Puceron vert du rosier		En pulvérisation.
	4 h.	Quelques pucerons sont tom- bés.
	12 h.	La plus grande partie est morte.
2° Puceron noir du haricot		En pulvérisation.
	4 h.	Action peu nette.
	12 h.	Nombreuses morts.
3° Puceron lanigère		Aucune action.

Doryphore. — Sur le doryphore, les essais effectués dans la région lyonnaise au mois de juillet donnèrent également des résultats très satisfaisants. Six doryphores adultes furent employés.

Le 15 juillet, à 12 heures, les six insectes posés sur des feuilles de pomme de terre regurent à l'aide d'une poudreuse la valeur de quelques centigrammes de poudre de Derris ; le même jour, à 18 heures, un des individus est encore à peu près normal ; les cinq autres sont tombés sur le dos et ne présentèrent que de vagues mouvements des pattes.

Le 16 juillet, à 9 h. 30, deux individus bien que couchés sur le dos présentent des mouvements actifs de grande amplitude de leurs membres ; les quatre autres sont presque immobiles, leurs membres ne se meuvent qu'à la réponse d'une excitation ; le rameau de pomme de terre est presque intact. A 17 h. 30, tous sont sur le dos et ne présentent que de faibles mouvements des pattes.

Le 17, à 6 heures du matin : un insecte ne réagit plus aux excitations, les autres sont dans le même état. A 16 h. 30, tous les exemplaires répondent aux excitations par de lents mouvements des membres.

Le 18, à 14 heures, quatre doryphores paraissent ne plus présenter de mouvements ; deux réagissent encore un peu à l'excitation.

Le 19, à 15 heures, deux sont morts et éliminés ; les quatre autres ne réagissent à l'excitation que par de très faibles mouvements.

Chenilles. — Les chenilles se sont montrées assez sensibles aux préparations à base de derris. Un poudrage effectué sur dix chenilles vertes de choux, placées sous un globe

de verre, causa la mort de huit d'entre elles dans l'espace de six à douze heures ; les deux autres moururent peu de temps après. L'extrait et le roténone ont eu une action beaucoup plus rapide : une heures après, six étaient mortes ; les quatre autres ne résistèrent pas plus de quatre à huit heures.

Fourmis. — La fourmi est assez sensible au Derris. Un saupoudrage léger le long d'un mur infesté de fourmis les détruisit partiellement au bout d'une heure, leur provoquant d'abord des mouvements saccadés, puis une paralysie des membres : trois heures après, toutes avaient disparues.

Limaces. — Les poudres et les dérivés du Derris ne semblent avoir aucune action appréciable sur les différentes sortes de limaces.

Il ne nous a pas été possible d'étudier en détail un plus grand nombre de parasites des végétaux parmi les innombrables qui existent, étant donné souvent la difficulté qu'on éprouve à se les procurer, leur présence étant subordonnée à la région, à la saison, aux variations des conditions atmosphériques. Nous sommes persuadés cependant que la plupart de ces ennemis des cultures peuvent être combattus avec succès par des préparations à base de Derris, qui sont toxiques pour tous mais à des degrés variables. L'efficacité du Derris nous a paru toutefois se révéler *optima* vis-à-vis de certains parasites externes des animaux : puces du chien, poux de la volaille, que nous avons tenu à expérimenter avec beaucoup de soins.

Action sur parasites des animaux.

Nos expériences portèrent sur la puce du chien et du chat, le poux du poulet.

Puces. — Un fox à poil blanc sur lequel pullulaient les puces fut traité par une poudre derris-talc en égale quantité, répartie assez grossièrement sur la tête, le corps et les pattes. Le saupoudrage eut lieu vers 16 heures l'après-midi ; le chien fut ensuite relâché : le lendemain matin, vers 8 heures, un examen permit de constater que l'animal ne portait plus traces de puces. Il en fut même exempt pendant quelques temps, bien qu'il ait vécu dans une atmosphère tout à fait contaminée. Il se réinfesta cependant à la longue lorsque la poudre eut disparu de son pelage. Ce traitement n'incommoda nullement le chien ; aucune irritation locale ne fut remarquée et la légère odeur du derris ne constitua pas un obstacle au saupoudrage qui s'effectua très facilement.

Un chat fut traité de façon identique, mais reçut proportionnellement moins de poudre. Il était d'ailleurs beaucoup moins infesté. Vingt-quatre heures après l'opération, aucun parasite ne fut remarqué. Le chat ne sembla pas souffrir de l'application bien qu'il absorbât certainement de faibles doses de poudre en se léchant.

Poux. — L'expérimentation sur le pou du poulet donna également d'excellents résultats. Un poulet porteur d'une grande abondance de poux réunis particulièrement aux jointures des ailes et des pattes et que l'on pouvait estimer grossièrement à une centaine, reçut un poudrage sur tout le corps à l'exception des ailes. Après douze heures environ, quelques poux morts

furent retrouvés dans le plumage ; tous les autres avaient disparu, il n'en restait même pas traces sur les ailes. L'opération fut renouvelée à plusieurs reprises ; chaque fois le derris se montra aussi actif.

Quelques observations effectuées sur des parasites placés dans des récipients clos confirmèrent et précisèrent nos expérimentations précédentes.

Dix puces de chien furent mises en contact avec 0 gr. 50 environ de derris pur dans un bocal de verre ; au bout de vingt minutes : paralysie des membres ; deux heures après, une seule bouge encore ; trois heures après, toutes sont mortes. Si l'on prend soin, après vingt minutes de contact, de mettre les puces dans un bocal propre, la mortalité s'en suit de façon identique. Dix poux de poulets furent traités pareillement, mais en présence d'une quantité plus faible de poudre : 0 gr. 25 environ. Au bout de dix minutes, un pou est mort ; une heure après huit sont morts ; deux heures après, aucun n'avait résisté.

P. Gilmer avait également fait quelques essais avec des émulsions de Derris, il n'eut pas grande satisfaction et ne recommande pas son emploi.

Nous avons repris nous-mêmes la solution savonneuse d'extrait, puis de roténone mentionnée plus haut. Nos résultats ne furent guère plus heureux. Deux chiens reçurent une bonne pulvérisation de chacun des deux produits jusqu'à imprégnation complète du poil. Douze heures après, un examen permit de constater une diminution sensible du nombre des puces, mais la disparition était loin d'être totale et d'égaler celle obtenue avec la poudre. Il ne nous a pas paru intéressant

et même possible d'appliquer le procédé au chat et au poulet qui ne manqueraient certainement pas de manifester quelque répulsion pour les gouttelettes de liquide vaporisé et aurait l'inconvénient de mouiller leur fourrure ou leurs plumes.

Les pulvérisations à base d'extraits et de roténone ne doivent donc en aucun cas être conseillées pour la destruction des parasites chez les animaux, les poudrages leur étant bien préférables.

Action sur parasites divers.

Mouches. — Nos essais effectués en atmosphère close sur les mouches conclurent bien à la toxicité du derris, mais les conditions d'expérience étant beaucoup plus favorables que celles du milieu usuel, il paraît impossible d'appliquer avec succès le procédé à de tels insectes en liberté. Cinq mouches placées sous entonnoir de 500 cc. reçurent une faible pulvérisation de derris. Vingt minutes après, les cinq mouches ont les ailes paralysées et sont tombées sur le dos ; elles meuvent leurs pattes. Une heure après, deux sont crevées ; les trois autres ne résistèrent pas plus de 2 h. 30. L'action est évidemment nette et rapide. Elle sera à peu près identique pour les moustiques quoique plus atténuée.

Moustiques. — Dix moustiques placés dans des conditions semblables tombèrent paralysés deux heures après la pulvérisation, mais ne moururent que dans un laps de temps variant de quatre à huit heures. Des suspensions aqueuses d'extrait de derris et de roténone en pulvérisations ne donnèrent pas de résultats sensible-

ment meilleurs. Il est en effet très difficile d'atteindre le moustique adulte qui sait se réfugier dans des lieux souvent inaccessibles, mais peut-être est-il vulnérable par le derris pendant ses métamorphoses. Tel est le problème que nous nous sommes posés et que nous avons essayé d'éclaircir grâce à l'obligeance de M. le docteur Roman, de la Faculté de Médecine de Lyon. Les auteurs américains prétendent que des dilutions de 8/10 de mgr. de roténone par litre d'eau suffisent à tuer larves et moustiques adultes ; nos expériences reprises dans le même ordre d'idées ne donnèrent pas les résultats attendus et les doses que nous dûmes employer furent beaucoup plus élevées. Nos essais portèrent à la fois sur le *Culex pipiens* et l'*Anopheles maculipennis*. Dans un premier temps, vingt larves de *Culex* provenant d'une fosse septique de la Faculté furent traitées par un centigramme de poudre de derris pour un litre d'eau. L'expérience débuta le 16 juin, à 15 heures. Elle se poursuivit de la façon suivante :

le 17 juin à 11 heures, mort de 3 larves

» 19	» 9	»	»	» 7	» + 1	nymphe
» 22	» 16	»	»	» 7	» + 2	»
» 26	» 16	»	»	» 11	» + 2	»
» 28	» 10	»	»	» 14	» + 4	»

1^{er} juillet, éclosion de deux moustiques adultes.

Dans un deuxième temps, vingt larves de *Culex* de même provenance reçurent un centigramme de roténone dissout dans 2 cc. d'alcool pour un litre d'eau. L'expérience commença le 22 juin :

le 23 juin à 9 heures, mort de 4 larves

» » »	12	»	»	»	5	»
» » »	17	»	»	»	8	»
» » »	19	»	»	»	10	»
» 24 »	16	»	»	»	10	»
» 26 »	15	»	»	»	12	»
» 30 »	14	»	»	»	15	» + éclosion

d'un adulte

le 5 juin à 16 heures, mort de 15 larves + éclosion
de quatre nymphes donnant quatre adultes dont un
meurt.

3) Vingt larves de *Culex* reçurent 2 mgr. de roténone
pour un litre d'eau :

6 novembre à 17 h. 30, début de l'expérience.

8 » à 10 heures, toutes les larves mortes.

4) Vingt larves de *Culex* reçurent 1 mgr. 5 de roténone
pour un litre d'eau :

18 novembre à 19 heures, début de l'expérience.

20 » à 9 » trois larves vivantes.

» » à 17 » toutes les larves sont mortes

5) Vingt larves de *Culex* reçurent 1 mgr. 5 de roténone
pour un litre d'eau :

13 novembre à 17 heures, début de l'expérience

15 » à 9 h. 30, 7 larves vivantes

16 » à 9 h. 30, 3 » »

17 » à 10 heures, 2 » »

20 » à 9 » 1 » »

22 » à 9 » toutes les larves sont mortes

6) Vingt larves de *Culex* reçurent 1 cgr. de roténone en surface, pour un litre d'eau :

16 juin à 15 h. 10, début de l'expérience

17 » à 15 heures, 3 larves mortes

18 » à 15 » 7 » »

19 » à 9 » 20 » »

7) Vingt larves de *Culex* reçurent 2 mgr. de roténone en surface, pour un litre d'eau :

16 juin, début de l'expérience

24 » 3 larves mortes

29 » 5 » »

5 nymphes mortes

5 adultes vivantes

Deux témoins de chacun 20 larves furent mis en train pendant la même période ; dans le premier, cinq larves moururent, dans le deuxième deux seulement.

En ce qui concerne les *Anophélès maculipennis* provenant de gîtes de Vaux-en-Velin, les expériences furent conduites de la façon suivante :

1) Eau des gîtes : 150 cc. ; eau ordinaire : QS pour un litre, un centigramme, vingt larves :

le 8 juillet à 16 h. 20, début de l'expérience

» 9 » à 9 h. 30, mort de 13 larves + 1 larve est nymphosée.

le 9 » à 17 h. 30, mort de 15 larves + 1 larve est nymphosée.

le 10 » à 9 h. 30, mort de 18 larves + 1 nymphe morte + 1 nymphe vivante.

le 12 » à 9 h. 30, mort de 18 larves + 2 nymphes mortes.

2) Eau des gîtes : 150 cc. ; eau ordinaire : QS pour un litre, 2 mgr. de roténone, dix-neuf larves : . . .

le 9 juillet à 11 h. 30, début de l'expérience.

» » » à 5 h. 30, mort de 12 larves, 1 larve est nymphosée.

le 10 juillet à 10 heures, mort de 16 larves, 1 larve est nymphosée.

le 10 juillet à 10 h. 30, mort de 17 larves et 1 nymphe.

» 12 » à 9 h. 30, mort de 17 larves et 2 nymphes

Pendant la durée de l'expérience, dix larves témoins avaient été placées dans un mélange de Roubaud ; toutes ont résisté.

De ces diverses constatations il résulte une différence d'activité assez nette pour ces deux espèces de moustiques, le *Culex* étant beaucoup plus résistant que l'anophèle, différence qui s'explique très bien du fait que la larve du *Culex* se nourrit en profondeur et ne met en contact avec la surface de l'eau que son siphon respiratoire, alors que celle de l'anophèle puise sa nourriture en surface au voisinage direct des particules de poudre de derris ou de roténone qui ont tendance à s'y accumuler.

En résumé : action très variable du derris sur le moustique adulte, toxicité notable pour sa larve.

Teignes. — Vis-à-vis des teignes, les auteurs américains prétendent avoir obtenu une bonne préservation des étoffes en les imprégnant d'une solution acétonique à 1 % de roténone. La poudre de derris est elle-même active, mais son emploi a l'inconvénient de laisser sur les tissus des traces de matières résineuses difficilement

enlevables. Le roténone et les extraits en solution pétrolée donnent d'excellents résultats, la mort des teignes et de leurs larves étant presque immédiate ; dans ce cas il y a lieu évidemment de tenir compte du facteur solvant. Néanmoins des essais effectués avec le pétrole seul ont causé une destruction moins complète des teignes et beaucoup plus irrégulière et plus lente de leurs larves. Le produit sous forme de roténone en particulier paraît donc tout à fait intéressant pour combattre ces parasites. Il devra de plus être dissous dans un solvant organique convenablement choisi, non préjudiciable aux étoffes.

Cafards. — Nos essais effectués sur diverses variétés de cafards ont permis d'établir une différence très nette de résistance entre le cafard noir et massif qui ne meurt qu'après un contact souvent de plus de vingt-quatre heures avec la poudre et le cafard de teinte plus claire et plus allongé qui résiste au maximum douze heures.

Dans les deux cas nous avons opéré dans un cristalliseur dont le fond était saupoudré de derris, ce qui mettait les animaux en relation intime avec le toxique. La mort fut relativement longue.

Araignée. — L'araignée ne paraît guère souffrir de l'action de la poudre de derris. Elle y résiste même très bien.

De nombreux autres parasites, hôtes des jardins, des maisons, des animaux, parmi l'infinité de ceux qui existent, auraient dû retenir notre attention. Nous les avons passés sous silence soit que nous n'ayons pu relever des notes bibliographiques à leur sujet, soit qu'il

nous ait été impossible de nous les procurer. Nous sommes persuadés cependant que beaucoup d'entre eux résisteraient difficilement à la toxicité du derris, ce qui serait tout à son honneur.

CHAPITRE IV

ETUDE TOXICOLOGIQUE

Action toxique des divers extraits de Derris.

Nos expériences personnelles effectuées sur le cobaye avec des extraits provenant de poudres à 5,02 % de roténone introduites par voie buccale donnèrent des résultats que nous mentionnons dans le tableau VI. La dose léthale minima oscille entre 60 et 90 mgr., mais en aucun cas des doses inférieures ne furent mortelles ; parfois des symptômes de raideur musculaire suivirent mais ils ne persistèrent jamais. Les phénomènes de l'intoxication se déroulaient en général de la façon suivante : paralysie du train postérieur qui gagnait bientôt les pattes, puis la tête ; incapacité de tout mouvement, position allongée de l'animal qui ne tardait pas à ressentir des tremblements convulsifs de plus en plus fréquents et rapides. La mort survenait alors par asphyxie.

Des doses massives donnaient lieu à des stades convulsifs plus violents et plus rapides, mais surtout elles permettaient d'observer aussitôt après l'ingestion un état nerveux très net. A l'autopsie : hémorragies pulmonaires et congestion de l'intestin.

L'intoxication chronique, l'intoxication par inhalation et les actions locales des extraits de derris étaient en tous points semblables à celles de la poudre. Nous ne leur consacrerons pas une étude spéciale.

Action toxique de la poudre sous forme fumigatoire.

Nous avons complété ces observations par une expérimentation sur deux cobayes de 650 gr. et 620 gr., placés chacun sur un grillage pour éliminer toute ingestion de poudre, et recouverts d'une cloche de verre de 50 cm. de diamètre. Des pulvérisations de l'ordre de 2 à 3 gr. étaient pratiquées trois fois par jour de façon à saturer l'atmosphère. La nourriture était ensuite distribuée. Le premier cobaye mourut au bout de cinq jours, le second ne résista que quatre jours. Voici les phénomènes notés : perte d'appétit graduelle avec amaigrissement de 70 gr. environ, diurèse diminuée, sécrétion lacrimale augmentée avec suppuration, glycémie voisine de la normale ; à l'autopsie, légères hémorragies pulmonaires.

TABLEAU VI

Résultats des déterminations toxicologiques sur les extraits de Derris chez le cobaye

Extraits	Dose d'extrait Millgr./Kgs. d'animal	Temps de mort
chloroformique	70	12 heures
	240	10 »
	300	4 »
éther de pétrole	80	18 »
	160	12 »
	300	8 »
sulfure de carbone	80	8 »
	90	8 »
	250	5 »

Extraits	Dose d'extrait Millgr./Kgs d'animal	Temps de mort
tétrachlorure de car- bone	60	8 »
	70	8 .
	300	5 »
éther sulfurique	70	24 »
	200	8 »
	200	10 »
benzénique	90	24 »
	180	12 »
	400	4 »

CONCLUSIONS

1^o Parmi les plantes à roténone, la racine de Derris semble pouvoir se distinguer assez facilement des Cube et Timbo, par la structure *très asymétrique* des formations ligneuses du cylindre central.

La poudre fine de derris est plus difficilement identifiable. Seul l'examen au microscope à fluorescence de Reichert nous a permis d'attribuer à sa résine une *fluorescence* très nette : *jaune d'or brillant*.

L'analyse capillaire et la fluorescence en lumière de Wood de la poudre dans l'alcool nous ont également donné des résultats intéressants. Partie inférieure : bande épaisse jaune d'or tirant sur ocre avec liséré grenat, sous frange violet sombre et frange liséré bleu ciel pour le Derris ; partie inférieure violet clair avec trois bandes, sous frange violet clair et frange violet oncé pour les Cube et Timbo. Fluorescence terre ocreuse pour le Derris, violette pour les Cube et Timbo.

2^o Pour l'obtention des extraits, le meilleur solvant nous a paru être le *chloroforme*. Viennent ensuite, le tetrachlorure de carbone, l'alcool, le trichloréthylène, l'éther, le benzène, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole. L'activité optique de ces extraits est très stable.

3° Expérimentée sur les différents animaux à sang froid et en particulier sur les insectes parasites des végétaux et des animaux, la poudre s'est montrée dans tous les cas satisfaisante : *elle est d'autant plus active qu'elle est plus ténue* et elle a donné des résultats proportionnellement supérieurs à ceux obtenus avec les extraits et la roténone ; vis-à-vis de certaines espèces : poux, puces, les effets toxiques ont été surprenants.

4° La toxicité pour les animaux à sang chaud, la nocivité pour les plantes ne sont en aucun cas redoutables aux doses insecticides employées. Le seul danger à craindre est *celui résultant d'une exposition prolongée aux poussières de derris ou extraits*.

5° Le Derris d'un prix de revient relativement élevé en France puisqu'elle est tributaire des marchés étrangers, aurait tout intérêt à être cultivé dans nos colonies d'Indochine et d'Afrique équatoriale, où il s'adapterait parfaitement et pour lesquelles il constituerait un revenu appréciable.

Vu,
LE DOYEN,
JEAN LÉPINE.

Vu,
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
P. MANCEAU.

Vu et permis d'imprimer :
Lyon, le 4 Mai 1938.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
A. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) LECOMTE et GAGNEPAIN. — *Flore générale de l'Indochine*.
Tome II, fasc. IV, p. 447 à 462. Masson et C^{ie}. Paris.
- 2) MAHEU. — « Les Touba parasitiques ». *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1925, p. 134 à 145, et 281 à 292. Vigot. Paris.
- 3) EM PERROT. — *Poisons de flèches et poisons d'épreuves*.
1913. Vigot frères, Paris.
- 4) MAHEU. — « Les Touba parasitiques ». *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, 1925, p. 290. Vigot. Paris. Tome V. Mai 1925.
- 5) LECOMTE et GAGNEPAIN. — *Flore générale de l'Indochine*,
p. 447-448. Tome II. Fasc. IV. Masson et C^{ie}. Paris.
- 6) LECOMTE. — *Nothulae systematicae*, p. 341.
- 7) *Revue de botanique appliquée à l'agriculture coloniale*,
1933, p. 168.
- 8) HENDERSON. — « Les Derris de Malaisie ». *Malay. Agric. Journ.*, 1934, vol. XXII, n° 3, p. 125-130.
- 9) LECOMTE et GAGNEPAIN. — *Flore générale de l'Indochine*,
p. 453. Tome II. Fasc. IV. Masson et C^{ie}. Paris.
- 10) MAHEU. — *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1925,
p. 136-144. Vigot. Paris. Tome V. Mars 1925.
- 11) MAHEU. — *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1925,
p. 281-284. Vigot. Paris. Tome V.
- 12) CHEVALIER. — *Bulletin des Sciences pharmacologiques*,
avr., 1937, n° 4, p. 223-241. Vigot. Paris.
- 13) *Revue de botanique appliquée*, 1933, p. 69.
- 14) *Bulletin économique de l'Indochine*, janv., févr., mars,
avr., 1933, p. 195 à 204. Tome XXXVI. Hanoi.

- (15) MILLER. — *Revue de botanique appliquée*, 1935, librairie, p. 391.
- (16) GEORGI et TEIK. — *Malay. Agric. Journ.*, 1936, 10, p. 489-502.
- (17) SPOON et ROWAN. — *Revue de botanique appliquée*, 1935, librairie, p. 280.
- (18) W. PAYER AND H. HUNERBEIN. — *Apoth. Ztg.*, 1931, 46, p. 1485-1488.
- (19) GRESHOFF. — *Proc. Amer. Pharm. Assoc.*, 1891, p. 655.
- (20) *Arch. der Pharm.*, 1899, p. 595.
- (21) F.-B. POWER. — *The Chemistry of the item of Derris uliginosa Benth.* American pharmac. Assoc., 1902, 50, p. 296.
- (22) HOW. A. JONES and CH. M. SMITH. — *J. of Amer. Chem. Soc.*, 1930, 52, p. 2554-2562.
- (23) *Bull. Inst. Phys. Chem. Research.* (Tokyo), 1933, 12, p. 239-254.
- (24) *J. Amer. Chem. Soc.*, 1934, 56, p. 979-980.
- (25) *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 1933, 5, p. 75-76.
- (26) TAKEI MIYAJIMA and ONO. — *Arch. exp. path. Pharm.* 1933, p. 170-59.
- (27) JONES. — *Ind. Eng. Chem.*, 1933, vol. 5, p. 23-26.
- (28) EM. POZZI ESCOT. — *Annales de chimie analytique*, août 1935.
- (29) J. CHEVALIER et M. CHEVALIER. — « Les plantes à roténone. *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, avril 1937. N° 4 Vigot, Paris.
- (30) R.-S. CAHN et J.-J. BOAN. — *J. Soc. Chem. Ind.*, 22 fév. 1935, vol. 54, n° 8, p. 3742.
- (31) HOWARD A. JONES. — *J. Wash. Acad. Sci.*, 1933, 23, p. 36-46.
- (32) R. C. ROARK. — *Soap*, 1931, 7, n° 3, p. 97-101.
- (33) DANCKWORTH, Budde BAUMGARTEN — *Arch. der Pharm.*, 1934, p. 561-569.
- (34) C. R. GROSS and SMITH. — *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, 1934, 17, p. 336-9.
- (35) SHEPARD and CAMPBELL. — *Journ. Econ. Ent.*, 25, p. 142.
- (36) KOOLHAAS. — *Chem. Zentr.*, 33, 11, 749.

- (37) DANCKWORTH et BUDD. — *Dtsch. Tierarzt Wch. Schr.*, 1933, 41, p. 676.
- (38) JOSEPH M. GINSBERG. — *N. J. Agr. Expts. Sta. Circ.*, 1933, 273-1-2.
- (39) F. R. PETHERBRIDGE et I. THOMAS. — *J. Ministry Agr.*, 1935, vol. 41, n° 11.
- (40) TURNER. — *J. Econ. Ent.*, 1932, 25, pp. 1228-1237.
- (41) H.-C. HEKETT. — *J. Econ. Ent.*, 1934, 27, 44-445.
- (42) H. H. SHEPARD and F. L. CAMPBELL. — *J. Econ. Ent.*, 1932, 25, p. 142-145.
- (43) W. STEER. — *J. Pomol. and Hort. Sci.*, 1932, 10, n° 1, p. 1-18.
- (44) E.-A.-F. BAUDET et E. DE BIER. — *Tijdschr. Diergeneest.*, 1923, 60, n° 12, p. 639-647.
- (45) D. B. CRANE. — *Cornell veterianarian*, 1933, 23, n° 1, pp. 15-31.
- (46) HENRY H. RICHARDSON. — *J. Econ. Entomol.*, 1933, 26, p. 914-915.
- (47) LAPPARENT. — *Revue de Zoologie agric.*, 1934, n° 10, p. 145-149.
- (48) W A CERSDORFF — *J. Amer. Chem. Soc.*, 52, p. 3440.
- (49) KELSALL, SPITALL, GORHAM and WALTER. — *Entom. Soc. Ontario. Ann. Rept.*, 1926, 56, p. 24.
- (50) KINGZETT. — *Chemical encyclopedia*. London 1928, 4th ed., p. 383.
- (51) SHUTT. — *Rept. Dominion Chem. (Can.), Dep. Agr. Dominion Exptl. Farms*, 1927, 31, p. 71.
- (52) RIDLEY. — *Species*. London, Macmillan and Co., 1912, p. 9.
- (53) BROOKE. — *Med. Tropical practice*. London 1920, 2nd ed., p. 420.
- (54) SYMES. — *Rhodesia Agr. Jo.*, 1924, 21, p. 735.
- (55) LEWIN. — *Die Pfeilgifte*. Leipzig 1923, p. 89.
- (56) J. STRAITS BRANCH. — *Roy. Asiatic. Soc.* 1916, n° 73, p. 129.
- (57) ANTHONY M. AMBROSE and HARVEY B. HAAG. — Brochure.
- (58) *Arch. intern. pharmacodynamie*, 1911, 21, pp 243.

- (59) BUCKINGHAM. — *Ind. Eng. Chem.*, 1930, 22, p. 1133.
- (60) Joseph A. MATHEWS and Howard D. LIGHTBODY. — *Ind. Eng. Chem.*, 1936, 28, p. 812.
- (61) H. B. HAAG. — *J. Pharmacology*, 1931, 43, p. 193.
- (62) H. A. JONES, W. A. GERSDORFF, E. L. GOLEN, F. L. CAMPBELL and W. N. SULLIVAN. — *J. Econ. Entomology*, 1933, 26, p. 451-470.
- (63) VINAS. — *Revue de botanique appliquée*, 1937, 10, pp. 320.
- (64) PERROT. — *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, nov. 1937, N° 11, p. 520-524.
- (65) P. MANCEAU, NETHEN, RONGIER. — « *Derris elliptica* (Benth.) et plantes à roténone ». *Lyon pharmaceutique*, n° 129-130, février-mars 1938.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS.....	9
-------------------	---

PLAN.....	11
-----------	----

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER. — Introduction - Historique. . .	17
--	----

» II. — Etude botanique	24
-------------------------------	----

» III. — Etude économique.....	54
--------------------------------	----

» IV. — Etude chimique	61
------------------------------	----

» V. — Etude physiologique.....	88
---------------------------------	----

» VI. — Etude toxicologique	98
-----------------------------------	----

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES

CHAPITRE PREMIER. — Etude botanique	120
---	-----

» II. — Etude chimique.....	128
-----------------------------	-----

» III. — Etude physiologique.....	131
-----------------------------------	-----

» IV. — Etude toxicologique	147
-----------------------------------	-----

CONCLUSIONS.....	151
------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	153
---------------------	-----

